



Visca, Guillermina A.

Una mirada sobre la I+D militar en Argentina : CITEFA y la investigación técnico instrumental en el Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CEILA CONICET)



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

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

Cita recomendada:

Visca, Guillermina. (2015). *Una mirada sobre la I+D militar en Argentina : CITEFA y la investigación técnico instrumental en el Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (C de posgrado)*. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina: Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/73>

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

Una mirada sobre la I+D militar en Argentina. CITEFA y la investigación técnico instrumental en el Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CEILAP – CITEFA – CONICET)

TESIS DE MAESTRÍA

Guillermina A. Visca

gvisca@fibertel.com.ar

Resumen

El presente trabajo procura identificar los principales rasgos del comportamiento tecnológico de las fuerzas armadas argentinas y su impacto en la investigación y desarrollo para la defensa. Con este propósito se estudia el caso del “Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas” (CITEFA), único organismo conjunto de investigación y desarrollo. Para contextualizar y comprender el desempeño del Instituto se realiza un recorrido histórico desde fines del siglo XIX hasta nuestros días. El enfoque principal está centrado en la fuerza Ejército, la más antigua y preponderante, tanto en el citado organismo como en las relaciones de las fuerzas armadas con el desarrollo industrial local. Asimismo, se analiza la vivencia de uno de los grupos de investigación del Instituto, el Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CEILAP). La experiencia de este grupo dedicado a la investigación técnico instrumental contribuye a profundizar en el conocimiento del Instituto y en las posibilidades y dificultades relacionadas con la capacidad para producir innovaciones tecnológicas en un contexto semiperiférico.

Agradecimiento

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a quienes me orientaron y acompañaron en el proceso de elaboración de la presente tesis, especialmente al Director y al Codirector, a las personas que accedieron a ser entrevistadas y a quienes tuvieron la gentileza de proporcionarme documentos, cuya inestimable colaboración facilitó mi tarea. Agradezco a todas ellas la confianza demostrada hacia este trabajo, en particular al Dr. Eduardo Quel y al Gral. Br. (R) Guillermo Sevilla.

Ninguna de las personas citadas a lo largo de la tesis tiene responsabilidad por las opiniones o juicios vertidos en la misma.

SIGLAS y ABREVIATURAS utilizadas en el texto

ARA: Armada de la República Argentina

CEILAP: Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF)

CEITOX: Centro de Investigaciones Toxicológicas (CITEDEF)

CINSO: Centro de Investigaciones en Sólidos (CITEDEF)

CIPEIN: Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (CITEDEF)

CITEDEF: Instituto de Ciencia y Tecnología para la Defensa

CITEFA: Instituto de Ciencia y Tecnología de las Fuerzas Armadas

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

CNIE: Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales

CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

CyT: ciencia y tecnología

DEILAP: Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF)

DEITOX: Departamento de Investigaciones Toxicológicas (CITEDEF)

DINSO: Departamento de Investigaciones en Sólidos (CITEDEF)

DIPEIN: Departamento de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (CITEDEF)

DGFM: Dirección General de Fabricaciones Militares

EA: Ejército Argentino

EST: Escuela Superior Técnica del Ejército Gral. Manuel N. Savio

FAA: Fuerza Aérea Argentina

FFAA: fuerzas armadas

GEPRO: Gerencia de Programación y Proyectos (CITEDEF)

I+D: investigación y desarrollo

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial

ITI: investigación técnico-instrumental

ISI: industrialización por sustitución de importaciones

OIM: oficial ingeniero militar

SNI: sistema nacional de innovación

UNIDEF: Unidad de Investigación y Desarrollo Estratégicos para la Defensa

INDICE

CAPÍTULO 1

Introducción

1. Antecedentes
2. Estructura de la tesis
3. Problemas
4. Perspectivas teóricas
5. Marco metodológico
6. Objetivos
7. Nota aclaratoria

CAPÍTULO 2

Desarrollo industrial, comportamiento tecnológico y fuerzas armadas

1. El modelo agro-exportador (1880- 1930)
2. Impacto de la Primera Guerra Mundial en la industria local
3. Comportamiento tecnológico de las Fuerzas Armadas durante el periodo agro-exportador (1880- 1930)
4. La industria y la tecnología para la defensa
5. Primera fase de la industrialización por sustitución de importaciones (ISI) (1930-1955)
6. La influencia de Savio a través de la Dirección General de Fabricaciones Militares (D.G.F.M.)
7. Expansión de la D.G.F.M. y el Plan Siderúrgico Argentino
8. Agotamiento de la primera fase de la ISI y creación de institutos públicos de I+D
9. Segunda fase de la industrialización por sustitución de importaciones (ISI) (1955-1976)
10. Comportamiento industrial en la ISI "difícil"
11. La I+D militar en el periodo
12. Reformas estructurales: apertura comercial externa, desregulación y privatizaciones (1976 -2001)

CAPÍTULO 3

Investigación y desarrollo militar: el caso CITEFA

1. Antecedentes y creación de CITEFA
2. Evolución de las capacidades científico-tecnológicas
3. Recursos humanos
4. Génesis del organismo: de la Oficina de Planeamiento de la D.G.F.M. a CITEFA
5. Inserción institucional del organismo
6. Aspectos económicos y financieros
7. La relación con los usuarios

8. La dirección de CITEFA y la ausencia de estrategia
9. El conflicto de autoridad
10. Algunas consecuencias de las estrategias de "supervivencia" de los grupos de I+D
11. Fortalezas y debilidades

CAPÍTULO 4

La investigación técnico-instrumental en el Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones, CEILAP (CITEFA-CONICET)

1. Surgimiento del láser y creación del CEILAP
2. Desarrollo y capacidades del Grupo Láser
3. Red de relaciones del CEILAP
4. Logros del CEILAP
5. El CEILAP como caso de investigación técnico-instrumental (ITI)
6. La generalidad de la investigación técnico-instrumental vista a través del CEILAP
7. La "intersticialidad" como punto de observación del SNI
8. El trabajo científico como "locus" de la investigación técnico-instrumental
9. El management del conflicto en el CEILAP
10. La exactitud y la precisión como objetivos de la investigación técnico-instrumental

CAPÍTULO 5

Conclusiones

ANEXO. El láser

1. Características del haz láser
2. Principio de funcionamiento
3. Componentes
4. Bibliografía

FUENTES PRIMARIAS

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 1

Introducción

1. Antecedentes

La participación de la ciencia y la tecnología, en el crecimiento económico y el bienestar social, constituyó un aspecto importante del debate que se llevó a cabo en los años de la segunda posguerra. En torno a él, cobró fuerza la relación entre la innovación y el desarrollo económico, relevancia que ya le había sido otorgada por economistas como Adam Smith, List, Marx, Marshall y Schumpeter (Lundvall, 2009 (a): 359-364).

En ese contexto, se realizaron diferentes estudios con el propósito de alcanzar una mayor comprensión de las condiciones y procesos que hacen posible la innovación. Se propusieron diversos enfoques para identificar relaciones entre el dinamismo innovador de un determinado país, región o sector, y los esfuerzos realizados en ciencia y tecnología, la idiosincrasia de los empresarios¹, los sistemas de incentivos derivados de las políticas públicas², el acceso al financiamiento, el nivel de educación y destreza, la organización laboral, etc.

En tanto, con la recuperación del comercio internacional al finalizar la guerra, América Latina experimentó dificultades crecientes para beneficiarse de los flujos de intercambio. Una respuesta para la búsqueda de soluciones fue la creación, en 1948, de la “Comisión Económica para América Latina y el Caribe” (CEPAL), dependiente de Naciones Unidas, como organismo especializado en la economía latinoamericana: la cuestión del desarrollo fue reconocida como la prioridad estratégica fundamental para la región. En el marco de la CEPAL, el término desarrollo quedó vinculado con la industrialización; así, los países pasaron a ser considerados como “no-industrializados” o de producción primaria (Albornoz, 2001).

De este modo, América Latina, asimila un nuevo paradigma de desarrollo y un régimen de incentivos macroeconómicos asociados al mismo, entre los que, la protección arancelaria y el financiamiento público subsidiado del desarrollo industrial, cumplen un papel central. En el campo de lo innovador y tecnológico, el sector público toma a su cargo la creación de institutos y laboratorios de investigación y desarrollo. Dentro de lo idiosincrásico del proceso de asimilación, resalta el papel que cumplieron, en ese entonces, las Fuerzas Armadas en varios países de la región, Argentina y Brasil, entre ellos (Katz, 2000: 16-17).

¹ Para el evolucionismo la innovación tiene su epicentro en la firma productora de bienes y servicios, aunque se resalta que los procesos innovativos no son realizados, en general, por agentes aislados sino que involucran una serie de relaciones entre diferentes actores (López, 2002: 46-47).

² Por ejemplo, protección de la propiedad intelectual, política arancelaria, subsidios.

En Argentina, las Fuerzas Armadas (FFAA), además del lugar relevante ocupado en la vida política, tuvieron un papel destacado no sólo en aquellas industrias específicas para la defensa, como la producción de armamentos y municiones, sino también en el desarrollo de industrias de base, como la petroquímica y la siderurgia (Katz, 2000, López, 1988).

Ya en la década de 1940, el complejo industrial de Fabricaciones Militares, dependiente del Ejército, desarrollaba actividades de investigación y desarrollo de diversa importancia, entre ellas la metrología (Ortiz, 1994), junto con esfuerzos de asimilación de tecnología extranjera a través de licencias y actividades de ingeniería reversa (CITEFA, 2005).

En la Fábrica Militar de Aviones se desarrolló el “Pulqui”, en la década del ‘50, primer avión a reacción de Latinoamérica. Posteriormente, la “Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales” (CNIE, en la actualidad CONAE), en la órbita de la Fuerza Aérea, desarrolló tecnología espacial en la que se alcanzaron etapas avanzadas de proyectos de envergadura como misiles de largo alcance (Busso 1997, Artopoulos 2007, Hurtado & Mallo, 2010).

El éxito relativo alcanzado por la “Comisión Nacional de Energía Atómica” (CNEA) en el campo de la investigación y el desarrollo nuclear, bajo la dirección de oficiales de la Armada, permitió exportar tecnología nuclear (Hurtado, 2005 (a) y (b), Sheinin & Figallo, 2001).

Sin embargo, otras organizaciones vinculadas a las Fuerzas Armadas, no son tan conocidas. Este es el caso del “Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas” (CITEFA)³, organismo con capacidades tecnológicas singulares, únicas en el país, y único órgano conjunto de investigación y desarrollo de las Fuerzas Armadas (CITEFA, 2005).

No obstante su bajo nivel de visibilidad en el contexto nacional, CITEFA alberga, entre otros, al Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (CEILAP), grupo dedicado a la investigación en láseres con importantes logros y reconocimiento internacional. El estudio de este grupo es de particular interés por pertenecer a la investigación técnico-instrumental, escasamente desarrollada en la Argentina, cuyas características dan luz sobre las interacciones CyT – industria – sociedad.

2. Estructura de la tesis

³ Véase la Sección 7 del presente capítulo.

El trabajo se estructura en cinco capítulos. En el primero, se presentan los antecedentes y se plantean los objetivos, junto con el marco teórico y la metodología elegida para realizar la investigación.

En el segundo capítulo se realiza un recorrido histórico, en el marco del comportamiento tecnológico del sector productivo en Argentina. Se siguen las etapas habituales en este tipo de estudios: la correspondiente al modelo agro exportador, la industrialización por sustitución de importaciones y, finalmente, las reformas estructurales ocurridas a partir de 1976. En todas ellas se hace foco en el papel desempeñado por las Fuerzas Armadas.

El capítulo tres, está dedicado a la descripción de CITEFA y procura identificar las principales causas que explican el comportamiento, logros y debilidades del organismo. Para la elaboración de este capítulo y el siguiente se ha recurrido a fuentes primarias.

El cuarto capítulo aborda el estudio del CEILAP a través de la descripción y el análisis de las dinámicas intelectuales y sociales propias de la investigación técnico-instrumental, aplicadas a un grupo inserto en un organismo sectorial. A partir de la experiencia del CEILAP se identifican, también, algunas dificultades existentes para la producción de tecnología en un país semiperiférico⁴.

Finalmente, en el capítulo cinco, se presentan los resultados de la investigación a través de una serie de conclusiones que intentan responder las preguntas que dieron origen al trabajo.

3. Problemas

El interés del trabajo es profundizar en el conocimiento de un organismo de ciencia y tecnología dedicado a la investigación para la defensa, habida cuenta del protagonismo histórico de las FFAA en determinados sectores de la ciencia y la tecnología y el sector productivo.

En este marco, la investigación intentará responder las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué intereses hubo detrás de la participación de las FFAA en industrias básicas como la petroquímica y la siderurgia? ¿Cuál ha sido la visión institucional acerca del papel de la producción para la defensa, en el desarrollo industrial y tecnológico del país?

⁴ *Llamamos estados "semiperiféricos" a aquellos que poseen recursos sustanciales suficientes como para influir sobre algunos pocos sectores primarios del mercado mundial, pero carecen de influencia suficiente para jugar un papel de liderazgo en el sistema mundial (Hurtado & Mallo, 2010).*

- b) ¿Qué características ha tenido la relación usuario – productor en la industria para la defensa? ¿Cómo ha impactado esa relación en el desarrollo de las actividades de ciencia y tecnología para la defensa?
- c) ¿Por qué siendo CITEFA un organismo de CyT orientado a un sector productivo no jugó un rol de preponderancia a favor del desarrollo tecnológico local (Oszlak, 1976; López, 2002:79)? ¿Qué efectos tuvo para CITEFA el control de las FFAA sobre la investigación militar? ¿Qué estrategias tuvo el organismo?

Por otro lado, el trabajo pretende, a partir de la experiencia del CEILAP, verificar la validez de la tipología desarrollada por Shinn (2000) para caracterizar a la “investigación técnico –instrumental” (ITI). En este aspecto, la temática a tratar estará guiada por las siguientes preguntas:

- d) ¿Es posible identificar en el CEILAP las características de la investigación técnico-instrumental? ¿De qué modo afecta un contexto periférico al desarrollo de la ITI?
- e) ¿Cuáles han sido las estrategias de desarrollo escogidas por un grupo de ITI inserto en un organismo sectorial?
- f) ¿Provee la ITI una perspectiva adecuada para observar y comprender la dinámica innovativa de un país - sus posibilidades y dificultades-?

4. Perspectivas teóricas

A continuación se presentan los principales conceptos y perspectivas utilizados con la finalidad de organizar y enfocar el análisis de los problemas planteados; éstos son: sistema nacional de innovación, relaciones usuario-productor, aprendizaje por interacción, factores propuestos por Oszlak para el análisis de organismos de CyT, investigación técnico-instrumental. Dichos enfoques se amplían, en los capítulos correspondientes, a medida que, el desarrollo y la comprensión del trabajo, lo exigen. A continuación se presenta una breve síntesis de cada uno de ellos.

a) Sistema nacional de innovación (SNI)

Para estudiar el caso argentino durante la industrialización por sustitución de importaciones (ISI), Andrés López utilizó el enfoque denominado “sistema nacional de innovación”, originado en el marco de la teoría evolucionista. Fundamentó su elección en el hecho de que dicha perspectiva constituye un marco amplio que, además de considerar y discutir las hipótesis provenientes de las corrientes “ortodoxas” y “heterodoxas”, pone en debate nuevos argumentos (López, 2002: 44).

A nivel internacional, Freeman fue el primero en proponer que la innovación debe entenderse, y por lo tanto estudiarse, como un proceso social e interactivo, en un entorno social específico y sistémico en el que las instituciones son de crucial importancia, y no como un proceso lineal del que la innovación surge automáticamente de las actividades de I+D (Lundvall, 2009 (a): 365; Hurtado & Mallo, 2010). La presencia de un entorno social específico hace *necesario consideraciones sobre historia económica: las naciones-Estado han sido importantes porque han permitido la creación de entornos sociales económicos propicios (o desfavorables) para los procesos de innovación* (Johnson & Lundvall, 1994: 696). Freeman propuso, así, el concepto “sistema nacional de innovación” (SNI).

Sin querer entrar en una discusión acerca de si “sistema de innovación” es una teoría o un concepto, Lundvall, a quien Freeman reconoce coautoría en el concepto SNI, argumenta que se funda en una serie de supuestos coherentes surgidos, la mayoría de ellos, de trabajo empírico sistemático, y que su utilización *ayuda a ver y comprender fenómenos que no podrían verse ni comprenderse sin utilizar este concepto u otro similar. En este sentido, cumple con lo que se espera de una teoría: ayuda a organizar y enfocar el análisis, ayuda a prever lo que va a ocurrir, ayuda a explicar lo que ha ocurrido y ayuda a proporcionar bases para la acción racional* (Lundvall, 2009 (a): 369).

Asimismo, Johnson y Lundvall (1994) proponen que, para que sea posible establecer un nexo entre innovación y crecimiento económico, el concepto SNI debe abarcar, también, el aprendizaje institucional de las organizaciones y entre las organizaciones y, en consecuencia, cobra importancia el conocimiento que las naciones tienen de sus instituciones, acerca de cómo funcionan y cómo cambian. Es decir, *el peso del path-dependence⁵ en las conductas y patrones de interacción sistémica de las instituciones y de los agentes económicos* (López, 2002: 45).

Además, para evitar reduccionismos en los análisis realizados desde la perspectiva SNI, Lundvall (2009: 361 y 379) destaca la importancia de considerar dos modos de aprendizaje, el “modo HUI”: aprender haciendo, usando e interactuando, y el “modo CTI” que remite a los procesos en que la ciencia constituye el primer paso hacia la tecnología y la innovación. Agrega que, en economías en desarrollo, *es pertinente contar con una definición amplia de SNI que incluya las industrias de baja tecnología, y también los sectores primarios como la agricultura, es decir, considerar todas las actividades que contribuyen al desarrollo de competencias* (Lundvall, 2009 (a): 381-382). Entre estas últimas actividades se encuentran aquellas originadas en el proceso de absorción de tecnología ya que, *la capacidad de una economía nacional para emprender fructíferamente*

⁵ Se dice que existe *path-dependence* cuando la dinámica de un determinado fenómeno o proceso está influenciada fuertemente por las condiciones iniciales o pasadas propias del mismo. Más ampliamente, el término *path-dependence* se interpreta en el sentido de que la “historia es importante” para entender el presente (López, 2002: 45).

estos procesos puede considerarse como su habilidad social para el cambio, pues incluye procesos de cambio técnico e institucionales (Johnson & Lundvall, 1994: 701)

Sin embargo, Lundvall señala como debilidad del enfoque de los sistemas de innovación, que aún no se ha ocupado de las cuestiones del poder en relación con el desarrollo como, por ejemplo, la destrucción de capacidades existentes por motivos políticos vinculados con la distribución mundial del poder (Lundvall, 2009 (a): 381), aspecto relevante para el estudio del SNI en países “no centrales”.

Por otra parte, Lundvall (2009 (a)) aclara que el concepto de SNI remite a sistemas que cuentan con buen apoyo institucional y de infraestructura para las actividades de innovación, situación que no se da en la mayoría de los países en contextos periféricos, como es el caso de Argentina. En este sentido, algunos autores (Hurtado & Mallo, 2010) cuestionan la efectividad de políticas diseñadas a partir de este concepto en países no centrales y advierten sobre la importancia de reconocer las características e historia propias de cada país y de sus instituciones. En todo caso, es oportuno señalar que la utilización del concepto SNI en este trabajo, no está destinado al diseño de políticas sino a brindar un marco amplio para ordenar el análisis.

b) Relaciones usuario-productor y aprendizaje por interacción

Las innovaciones exitosas reflejan el encuentro entre necesidades y oportunidades. Johnson y Lundvall (1994: 697) señalan que, *diversos trabajos empíricos confirman que las innovaciones exitosas combinan la complejidad técnica y la relación estrecha con los usuarios y una buena comprensión de sus necesidades*. De allí la importancia de encontrar respuesta a las preguntas: ¿cómo pueden conocer los productores las necesidades de los usuarios potenciales?, ¿cómo obtiene el usuario potencial información acerca de las características del producto? (Lundvall, 2009 (b): 62), ¿cuáles son las condiciones que posibilitan la construcción de relaciones usuario-productor efectivas en el largo plazo?

Para Lundvall (2009 (b): 63-64), las condiciones para que las innovaciones de producto sean frecuentes son las que caracterizan a los mercados organizados⁶. Los elementos presentes en estos mercados son: el intercambio de información cualitativa, la cooperación, la jerarquía⁷ y la confianza mutua. Cobra importancia, entonces, una mayor grado de especificación del comportamiento de los agentes. En este sentido, Lundvall (2009 (b)) analiza los diferentes tipos de relaciones que se pueden establecer, a partir de

⁶ Los “mercados puros” son aquellos en los que las relaciones entre usuarios y productores son anónimas, mientras que los “mercados organizados” suponen un elemento de intercambio mutuo de información acerca de oportunidades tecnológicas y necesidades de los usuarios (Lundvall, 2009 (b): 63-64).

⁷ Si bien en las relaciones usuario-productor se pueden presentar componentes de poder, también se encuentran el respeto y la confianza mutua, en caso contrario los costos de transacción serían altos y se produciría integración vertical (Lundvall, 2009 (b): 64).

las racionalidades presentes en el binomio usuario-productor, e introduce el concepto de “aprendizaje por interacción”.

En la economía basada en el conocimiento a veces es necesaria la cooperación y la creación colectiva de conocimiento nuevo y complejo, de este modo los agentes participan con frecuencia en procesos de aprendizaje interactivo (Lundvall, 2009 (b): 59).

Cuando la I+D y la producción se desarrollan dentro de la misma organización, los canales de comunicación deberían ser más fluidos y los costos de transacción más bajos. Del mismo modo, para evitar los costos de transacción derivados de la creación de las condiciones presentes en los mercados organizados, productores y usuarios podrían optar por la integración vertical. Sin embargo, este comportamiento limitaría sus posibilidades de aprendizaje interactivo en el largo plazo, puesto que los productores y usuarios no integrados no estarán dispuestos a compartir información confidencial con las unidades integradas (Lundvall, 2009 (b): 65).

c) Factores a considerar en el análisis de organismos de ciencia y tecnología

Oszlak (1976) llamó la atención sobre la insuficiencia de los enfoques sistémicos globales para identificar problemas y proponer soluciones eficaces, en orden a promover el desarrollo científico- tecnológico y lograr una vinculación efectiva con el sector productivo. El autor se preguntaba: *¿Qué condiciones deben satisfacerse para que (un) sistema quede configurado?* y responde: *Fundamentalmente, que sus unidades componentes estén vinculadas mediante relaciones de interdependencia funcional, jerárquica y presupuestaria (porque) a través de (ellas) se canalizan los tres flujos básicos que caracterizan a un sistema organizacional: actividades, poder (o autoridad) y recursos* (Oszlak, 1976:18). Se podría decir que Oszlak reconoce, anticipadamente, la importancia de comprender las características que toma la relación usuario-productor.

En ese sentido, el autor señalaba *la necesidad de explorar más sistemáticamente el comportamiento de las organizaciones de CyT con el objeto de precisar, con mayor especificidad, los factores que determinan sus modalidades de organización y funcionamiento o afectan su desempeño* (Oszlak, 1974: 60). Para Oszlak la explicación del fracaso de muchos instrumentos de política e incentivos era que habían sido diseñados o implementados, *desconociendo las características de las unidades cuyo comportamiento se pretendía influir* y, por ese motivo, no habían podido *prever y sortear muchos de los obstáculos enfrentados* (Oszlak, 1974: 61). En la misma línea, López (2002: 47) señalaba que *hay un fuerte path-dependence en los procesos de cambio institucional y social, lo cual puede dificultar la concreción de las transformaciones requeridas*.

Para un mejor conocimiento de los actores, de las organizaciones, de sus interdependencias y restricciones, Oszlak sugería indagar en los *factores que confluyen en*

la decisión de crear un nuevo organismo de CyT; los factores que le otorgan un determinado status institucional y las modalidades de inserción del nuevo organismo en la red institucional preexistente, observando el tipo de interdependencias jerárquicas, funcionales y presupuestarias que establece con elementos de su contexto operativo; estudiar la estrategia de desarrollo organizacional empleada, en términos de expansión, diferenciación, integración, búsqueda de apoyos y actitud hacia el conflicto y la incertidumbre. Por último, evaluar las consecuencias estructurales y operativas que resultan de los condicionamientos contextuales específicos de cada unidad y de los procesos adaptativos intraorganizacionales provocados por la estrategia institucional adoptada (Oszlak, 1974: 62).

Asimismo, Hurtado & Mallo (2010) afirmaban que, para el diseño de políticas innovadoras y eficientes, *es necesario producir conocimiento social, político e institucional sobre las dinámicas de producción de conocimiento y desarrollo propias de los países de la región, incorporando los “caracteres adquiridos” a lo largo de la historia.*

d) La investigación técnico – instrumental (ITI)

Shinn (2002), además de reafirmar la necesidad de reconocer las características propias de cada país, invita a *una saludable atención a los hechos* y propone explorar la “investigación técnico – instrumental” como camino para una mayor comprensión de las interacciones entre universidad (centros de I+D) – industria – sociedad.

El objetivo del trabajo de Shinn (2000) es demostrar la existencia de división del trabajo científico y de fronteras sociales e institucionales en todas las modalidades de producción del conocimiento o regímenes de investigación, que tipifica en: disciplinar, transitorio o transversal. Cada uno de estos regímenes se asienta sobre formas de división del trabajo intelectual, técnico e institucional, diferentes.

Shinn (2000) aborda una de las formas del régimen transversal, la investigación técnico-instrumental, que, durante mucho tiempo, se sustrajo a la mirada atenta de los observadores de la ciencia y de la técnica, y plantea los siguientes interrogantes: ¿cómo se diferencia de la ciencia?, ¿qué tipo de productos son concebidos por los artesanos de la investigación técnico-instrumental?, ¿cómo se organiza y perpetúa este régimen de investigación?

El “régimen disciplinar” tiene instituciones (organismos, publicaciones, congresos, referentes) fáciles de identificar y dotadas de cierta estabilidad. Pertenecen a este régimen las disciplinas clásicas como la astronomía, la química, las diferentes ramas de la ingeniería, la geología, la física, etc.

El “régimen transitorio” surge cuando las oportunidades intelectuales, técnicas y profesionales aparecen en la periferia de las disciplinas clásicas. En esta situación,

quienes la practican, pasan transitoriamente de un campo a otro, por ejemplo, de la ingeniería a la física y de la física a la ingeniería, pero este pasaje queda circunscrito a dos o tres disciplinas que, en algunas ocasiones, dan origen a una nueva sub-disciplina como la fisicoquímica, la bioquímica, la astrofísica o la optoelectrónica -conocimientos que dan soporte a la tecnología láser: *este laboratorio (el CEILAP) es fruto del casamiento de la óptica con la electrónica*, explicaba Quel⁸ (2010(b)). En este régimen el diálogo continúa regulado por los referentes disciplinarios.

En tercer lugar, está el régimen transversal que, aunque tiene algunos rasgos similares al transitorio, se diferencia de éste porque tiene más grados de libertad y campos de acción. Allí se encuentra la investigación técnico-instrumental cuyos elementos característicos son: la generalidad, la intersticialidad y la metrología.

El interés de la investigación técnico-instrumental, desde el punto de vista analítico, se debe a las formas de división del trabajo y de diferenciación que operan en ella, y que le dan la capacidad de integrar los conocimientos provenientes de los otros regímenes de investigación científica, y de interactuar con una gran diversidad de agentes, de este modo, ofrece un espacio interesante para la observación de los diferentes elementos presentes en un SNI.

El enfoque de sistema nacional de innovación abre la puerta para una mirada amplia sobre las relaciones entre los diferentes agentes y las condiciones que explican el comportamiento tecnológico e innovativo de una nación. A su vez, el proceso de innovación entendido como un proceso de aprendizaje interactivo entre agentes, exige ahondar en la comprensión de las razones que explican el comportamiento de los mismos, de allí el recurso a la propuesta de Oszlak (1976) para identificar las características de los factores que contribuyen a explicar los comportamientos de los agentes objeto de este trabajo (FFAA, CITEFA y CEILAP). Finalmente, la exploración de las características del trabajo de uno de estos agentes (CEILAP) permite profundizar en el conocimiento de cómo las relaciones entre los diferentes actores, en unas condiciones históricas, socio-económicas e institucionales determinadas, configuran el comportamiento tecnológico, industrial e innovativo de una nación.

5. Marco metodológico

⁸ El Dr. Eduardo Quel es Doctor en Física. Ingresó a CITEFA en el año 1966. Fue Director del CEILAP desde 1972 hasta su nombramiento como Gerente de Ciencias de CITEDEF en el año 2010.

Desde el punto de vista metodológico, se trata de un estudio de caso. Se eligió esta metodología porque, como señala Yin (1994)⁹, es la *estrategia más adecuada cuando las cuestiones (...) están relacionadas con el cómo y el por qué de algunos acontecimientos contemporáneos*.

El estudio de caso permite explorar en forma más profunda y obtener un conocimiento más amplio sobre los fenómenos observados, lo cual permite la aparición de nuevas señales sobre los temas que emergen, y trata de comprender el proceso por el cual tienen lugar ciertos fenómenos (Martínez Carazo, 2006). En este sentido, se trata de una tesis descriptiva, porque pretende identificar y describir los distintos factores que influyen en el comportamiento de las distintas unidades de análisis (Fuerzas Armadas, CITEFA y CEILAP), y exploratoria en cuanto procura verificar algunos conceptos del marco teórico con el objeto de estudio, por ejemplo, testear si en el trabajo científico del CEILAP, se encuentran los elementos que Shinn (2000) identifica como característicos de la investigación técnico – instrumental.

Las unidades de análisis son: la institución Fuerzas Armadas, CITEFA y el CEILAP.

Se trabajó con fuentes primarias como entrevistas en profundidad a profesionales integrantes de CITEFA, entrevistas a miembros de otros grupos de investigación en láser (CIOp de La Plata) y entrevistas recogidas en boletines de comunicación interna de CITEFA.

Documentos: Memorias de CITEFA, informes y diagnósticos sobre la institución realizados por terceros, memorias del CEILAP-CONICET, leyes y decretos.

La bibliografía se seleccionó entre autores, nacionales y extranjeros, reconocidos en temas vinculados con: economía de la innovación, comportamiento organizacional, desarrollo tecnológico e industrial, sociología de la ciencia y de la tecnología, historia de las Fuerzas Armadas. Para citar la bibliografía se utiliza el sistema autor y año (Wynarczyk, 2002) y la técnica de inclusión de la bibliografía en el cuerpo del texto. Cuando la cita es textual se agrega el número de página. Las citas textuales se indican con letra *cursiva*.

La información se elaboró utilizando diversas fuentes y se verificó mediante triangulación. La redacción preliminar del estudio se presentó a los informantes claves con el propósito de asegurar que el análisis reflejaba las respuestas y perspectivas de los entrevistados (Martínez Carazo, 2006).

6. Objetivos

⁹ YIN, R.K. 1994. **Case Study Research – Design and Methods, Applied Social Research Methods**. Vol. 5, 2^o ed. Newbury Park, CA, Sage. Citado en Martínez Carazo (2006).

A partir de las necesidades identificadas por diferentes autores (Oszlak, 1976; López, 2002), este estudio tiene como objetivos *producir conocimiento social, político e institucional sobre las dinámicas de producción de conocimiento y desarrollo propias de los países de la región, incorporando los “caracteres adquiridos” a lo largo de la historia* (Hurtado & Mallo, 2010: 15), y realizar un aporte al conocimiento de la investigación técnico-instrumental a partir de las prácticas y estrategias del CEILAP.

Para alcanzar dichos objetivos:

- a) Se analizarán las posturas y comportamientos de las Fuerzas Armadas respecto del desarrollo tecnológico e industrial nacional a lo largo del siglo XX.
- b) Se analizará el desempeño de CITEFA como organismo de I+D para la defensa, a partir de su inserción institucional en las Fuerzas Armadas.
- c) Se analizarán las características del trabajo científico realizado por el CEILAP y la experiencia del grupo a partir de su inserción en un organismo de CyT sectorial.

7. Nota aclaratoria

Para evitar confusiones al lector, se aclara la terminología empleada en el trabajo para mencionar al Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA) y al Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CEILAP), debido a que ambos han tenido diferentes denominaciones desde su creación.

El Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA), tuvo un cambio de nombre en el año 2007 siendo, el actual, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)¹⁰. Como el cambio de denominación es relativamente reciente, y las personas más relacionadas con el mismo continúan llamándolo CITEFA, en este trabajo, se lo denominará de ese modo. Se reserva el nombre CITEDEF para referirse a las actuales autoridades o a dependencias de la organización que han facilitado información en el marco de la presente investigación.

En el caso del CEILAP, su denominación original fue “Grupo Láser” hasta el año 1980 en que CITEFA realizó un convenio con el CONICET. Fue en ese momento que tomó el nombre de Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones, CEILAP, y de modo completo: CEILAP (CITEFA-CONICET) mientras que, internamente, fue denominado Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (DEILAP). En el año 2011,

¹⁰ El DECRETO 788/07 del PODER EJECUTIVO NACIONAL, del 25 de junio de 2007, en su ARTÍCULO 8: *se sustituye el nombre Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas, por el de INSTITUTO de INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS y TÉCNICAS para la DEFENSA.*

con ocasión de la creación de la UNIDEF¹¹, el nombre completo pasó a ser: CEILAP - UNIDEF (MINDEF-CONICET), e internamente conserva el de DEILAP. En este trabajo, se utilizará, de modo indistinto, Grupo Láser o CEILAP, por ser los nombres por los que es conocido en el medio científico y el modo usual para referirse a él dentro de la organización.

¹¹ Véase Capítulo 3. 2

CAPÍTULO 2

Desarrollo industrial, comportamiento tecnológico y Fuerzas Armadas

Este capítulo está orientado a identificar condiciones y elementos que, desde una perspectiva de sistema nacional de innovación (SNI), ayudan a comprender los diferentes fenómenos que otorgaron fisonomía propia al desarrollo industrial y tecnológico nacional a lo largo del siglo XX (Lundvall, 2009 (a)). No se trata de una historia exhaustiva, sino que intentará destacar los aspectos en los que los militares tuvieron especial interés o, respecto de los cuales, desempeñaron un papel relevante.

1. El modelo agro-exportador (1880- 1930)

Existe un amplio consenso en torno a las bases del crecimiento de Argentina desde las últimas décadas del siglo XIX hasta la crisis mundial de 1930: una política económica agro-exportadora sustentada en ventajas comparativas, la expansión de la frontera agraria y la división internacional del trabajo impuesta por Gran Bretaña y los centros manufactureros mundiales (Rapoport, 2009)¹². Esta visión, compartida por los autores de la órbita de la CEPAL (Barbero y Rougier, 2002), sustenta que había un escaso interés por el desarrollo industrial y que el giro hacia la industrialización fue forzado por las condiciones internacionales de la década del '30, cambio que había registrado ciertos antecedentes en los problemas de abastecimiento ocurridos con ocasión de la Primera Guerra Mundial.

No obstante, a finales de la década del '70, varios autores dieron origen a una literatura "revisionista" (Barbero y Rougier, 2002) que, apoyándose en evidencia empírica, interpretó de modo más gradualista el desarrollo industrial del país y consideró la preindustrialización anterior a 1930 como una etapa necesaria para el despegue industrial posterior. Esta postura sostiene que no existió conflicto de intereses entre la industria y la explotación agropecuaria incluso, agregan, en muchos casos hubo actores de importancia que mantenían actividades en ambos sectores.

Si bien el análisis de las interpretaciones mencionadas, y los debates surgidos en torno a ellas, no constituyen el objetivo del presente trabajo, los datos aportados por unos y por otros para sustentar la propia visión, permiten acceder a un mejor conocimiento de las características de la industria nacional, anterior a 1930, y del sistema de incentivos que contribuyó a conformar su fisonomía.

Es así como Schvarzer (1998) caracterizó a las empresas de este periodo como productoras de bienes que garantizaban una alta rentabilidad y cuyo tamaño estuvo

¹² La clase dominante, propietaria de grandes explotaciones, obtenía *una parte sustancial de la renta internacional bajo la forma de renta del suelo en tanto el país funcionara como un apéndice agrario de la división internacional del trabajo* (Rapoport 2009: 72).

definido por dos factores principales: mantener un control oligopólico y no perder las ventajas derivadas de las relaciones con los proveedores de insumos externos.

En apoyo a dicha hipótesis, Schvarzer (1993) analizó las políticas arancelarias del periodo: éstas manifestarían que el crecimiento industrial fue fruto de una combinación de librecambismo y proteccionismo. Una combinación orientada a favorecer las manufacturas británicas sobre las de otro origen¹³ y a fortalecer posiciones monopólicas de grupos locales a costa de los consumidores y del propio Estado. Para Schvarzer (1998) este comportamiento se reflejó en la divisa Argentina “comprar a quien nos compra” en contraposición con la de Brasil “comprar a quien vende lo mejor”.

Una condición económica relevante para Schvarzer (1998), que explicaría el perfil empresario poco propenso a la realización de inversiones en tecnología, fue la confluencia de la fecundidad y de la extensión de la pampa que, durante las primeras décadas de explotación, permitió obtener altos retornos con un trabajo rutinario y rudimentario, oscureciendo la importancia del cambio técnico¹⁴ y de la eficiencia en la gestión fabril:

La obnubilación con ese supuesto éxito productivo, que se asigna a los méritos de empresarios y dirigentes de esa época, en lugar de relacionarlo con las ventajas naturales pampeanas, ha terminado por confundir las causas de la riqueza hasta dar lugar a propuestas actuales que pretenden repetir el camino de entonces. La necesidad de la tecnología, la organización y el impulso al cambio productivo que caracterizan a los países desarrollados queda todavía hoy oculta en un discurso que habla más de la riqueza que de la manera de generarla (Schvarzer, 1998: 22-23).

Burbridge (2006) señala que, desde el punto de vista económico, el modelo agro-exportador fue exitoso. El PBI *per cápita* evolucionó de 1.300 dólares en 1870 a 4.367 dólares en 1930, ocupando el décimo primer puesto a nivel mundial¹⁵ (Burbridge, 2006). De acuerdo con la información suministrada por Rapoport (2009:173 y 229), el sector agropecuario representaba el 24,5% del PBI del año 1930, frente al 16,7% del comercio y

¹³ Schvarzer (1993) señala que las manufacturas maduras, como el material ferroviario, se compraban a Gran Bretaña mientras que los artículos modernos, como automóviles y maquinaria agrícola, procedían de EEUU.

¹⁴ El concepto “cambio técnico” hace referencia a la incorporación de nuevas tecnologías a través de nuevos equipos o plantas, de este modo el cambio técnico puede ser incorporado a través de la compra. Sin embargo, cuando se trata de generar cambios incrementales de manera continua, el usuario de la tecnología debe poseer determinadas capacidades para poder realizarlos. Los procesos que fortalecen las capacidades para generar y administrar el cambio técnico, denominadas capacidades tecnológicas (véase nota 411), constituyen el “aprendizaje tecnológico” (López, 1998:29-30).

¹⁵ *Nuestro país llegó, incluso, a estar ubicado 11º entre los países con mayor PBI per cápita del mundo en 1929, cuando comenzó la crisis económica mundial (...)*En ese momento, el PBI per cápita era de u\$s 4.367 en la Argentina y de u\$s 6.899 en los EE.UU., estimado en dólares de Geary-Khamis de 1990, una unidad de medida que permite comparar los PBI per cápita de distintos países en el tiempo.(...)Cuando en 1870 la Argentina ya estaba en su etapa de acumulación de capital y de posterior despegue económico, su PBI per cápita era de 1.300 dólares. Mientras tanto, en Japón el producto per cápita llegaba a tan sólo 700 dólares (Burbridge, 2006).

el 21% de la industria manufacturera, de la cual el 26,2% correspondía a alimentos y bebidas.

Adolfo Dorfman, en su libro "Historia de la industria argentina" -editado en 1942 y reeditado en 1970-, realizó un análisis de la industria desde el punto de vista del cambio técnico. Allí señalaba que la clase industrial argentina nació sobre la base de propietarios, técnicos, capital y maquinaria importados de Europa. Fueron ellos los que introdujeron en nuestro país la producción fabril mecanizada desconocida hasta entonces.

Las principales actividades fueron las dedicadas al aprovechamiento de las materias primas agropecuarias –molinos harineros, saladeros, jabonerías- con tecnologías sencillas, hecho que se ponía de manifiesto en la baja potencia motriz instalada. También creció la industria de la construcción en base a la importación de productos, mientras que la producción local estuvo destinada a los insumos más sencillos desde el punto de vista técnico, como los hornos de ladrillo.

La industria comenzó a mecanizarse al ritmo de la difusión del uso de la energía eléctrica: el censo industrial de 1908 mostraba que la fuerza motriz instalada se había cuadruplicado respecto de 1895.

Dorfman (1970) marcaba la importancia creciente de la industria mecánica para atender las necesidades de frigoríficos, molinos, ferrocarriles, maquinaria agrícola, aunque conservó características más bien artesanales. Eran pocos los establecimientos metalúrgicos de cierta importancia y a lo largo del periodo no crecieron los cultivos industriales. La inmadurez técnica se notaba en la baja utilización de insumos industriales como químicos, hierro y otros metales, necesarios para elaboración de nuevos productos: el 75% de la materia prima utilizada por las industrias locales eran productos agropecuarios nacionales.

En síntesis, no se observó un cambio cualitativo de la industria local con la excepción de algunas pocas industrias nuevas como la del papel, extracto de quebracho y la fabricación de algunos productos químicos.

2. Impacto de la Primera Guerra Mundial en la industria local

El estallido de la guerra en 1913, con las consiguientes dificultades para el abastecimiento del mercado interno con productos provenientes de los países beligerantes, creó las condiciones propicias para el surgimiento de una industria liviana que, hasta ese momento, no se había podido desarrollar frente a la competencia extranjera.

Sin embargo, para Dorfman (1970), el surgimiento de una industria moderna no fue instantáneo debido a una deficiente preparación técnica y a la imposibilidad de importar maquinarias y herramientas de uso industrial, materias primas industriales y combustibles.

Por otra parte, la recuperación de los países participantes en la guerra fue tan rápida que, en 1918, se recuperó el importe de productos importados previo al conflicto bélico.

El tiempo transcurrido no fue el suficiente para consolidar una industria nacional moderna, hecha en base a esfuerzos aislados de algunos pioneros, con carencia de industrias afines, sin el contexto institucional necesario y sin esfuerzos para extender el mercado de productos argentinos a los países limítrofes. No obstante, en este periodo aumentó la capacidad productiva de la industria nacional. La industria textil evolucionó respecto de la alimenticia, la química y la papelera¹⁶.

En la década del '20, desde el punto de vista de la industria y el comercio internacional, los países industrializados buscaron autoabastecerse de los productos que antes compraban a los países productores de materia prima y, a la vez, el aparato productivo se racionalizó, llegando a niveles de productividad superiores, empujándolos a comercializar sus productos en nuevos mercados más allá de los conquistados hasta el comienzo de la guerra (Dorfman, 1970).

En consecuencia, los países como Argentina perdieron mercados y, simultáneamente, las industrias locales retrocedieron ante el avance de los productos importados. Sin embargo, se tomaron medidas proteccionistas para alentar y vigorizar la industria local lo que se tradujo en un aumento del consumo de energía eléctrica (Dorfman, 1970), aunque, como señalaba López (2002: 19), su desarrollo dependió del ingreso de tecnología extranjera con esfuerzos innovativos modestos y de carácter adaptativo e incremental.

3. Comportamiento tecnológico de las Fuerzas Armadas durante el periodo agro-exportador (1880- 1930)

Mientras tanto, ¿cuál fue la visión generalizada de las Fuerzas Armadas con relación al desarrollo industrial y tecnológico durante ese mismo periodo?

Desde el punto de vista militar, la ciencia y la técnica habían demostrado su importancia con ocasión de la campaña comandada por el Gral. Julio A. Roca. Como relata Ortiz (1994), la geología hizo su aporte identificando los lugares para suministro de agua y el telégrafo posibilitó la velocidad de las comunicaciones.

Hacia fines de la década de 1890, el Ejército Argentino ya contaba con un grupo de oficiales graduados en ingeniería y con otros estudiando en la Universidad de Buenos Aires.

De Paula, Gutiérrez y Martín (1976), en la obra realizada con ocasión del concurso literario "Los ingenieros militares en el desarrollo nacional", recogen dos hitos importantes en la institucionalización de los trabajos técnicos en el ámbito del Ejército Argentino. En

¹⁶ Hasta 1913 la lana se exportaba sucia, sólo se lavaba en el país la destinada a consumo interno (Dorfman 1970: 339-340).

1895, se creó la primera “División Técnica” en el ámbito del Estado Mayor General del Ejército, encargada de la estadística, del servicio geográfico, topográfico y cartográfico militar, de la determinación de construcciones, caminos, puentes, telégrafos y de otras obras de carácter militar. En 1916, fue creada la “Dirección General de Ingenieros” con la misión de ocuparse de todo lo relativo a la organización, preparación y eficaz funcionamiento de los servicios técnicos del Ejército. De ella dependían, además, las escuelas de Aviación y de Radiotelegrafía.

Sin embargo, como destacaba Potash (1981), los militares que se alegraron con las señales hacia una industrialización del país, con ocasión de los problemas de desabastecimiento provocado por el conflicto mundial, no conformaban la mayoría del cuadro de oficiales quienes concebían una economía nacional con base agraria y subordinada al comercio exterior.

En 1916, Enrique Mosconi¹⁷, uno de los militares que formaba parte del pequeño grupo de oficiales con mentalidad técnica e industrialista, cuyo pensamiento y obra alcanzó una especial relevancia más allá del ámbito militar, fue designado al frente de la “Dirección General de Arsenales del Ejército”. Consciente de la importancia estratégica que tenía alcanzar la autosuficiencia en tiempos de guerra, emprendió tareas destinadas a la sustitución de insumos y de materias primas importadas utilizadas en la fabricación de material bélico. En 1910, ya había presentado, en la Oficina de Patentes de Berlín, el diseño de un dispositivo para el cambio de trochas en rodados militares (Pien, 1999: 35, 37-38).

Amigo de Jorge Newbery, impulsó la creación de la aviación de ejército persuadido de su importancia en el combate moderno. En 1920, fue nombrado Director del Servicio Aeronáutico del Ejército, y desde allí participó en el trazado de las primeras rutas aéreas y en el emplazamiento de aeródromos. Experimentó la debilidad que suponía depender del extranjero para los insumos vitales, cuando la Standard Oil comunicó que suministraría el combustible destinado a maniobras militares sólo si el Ejército pagaba por adelantado. En esos años, las usinas eléctricas, los ferrocarriles, los buques y las pocas industrias existentes se abastecían con carbón importado de Inglaterra y con combustibles líquidos importados de Estados Unidos.

En 1922 se creó la Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) y Mosconi fue designado Director General. Bajo su gestión se hicieron los primeros oleoductos y se compraron buques tanque para el transporte del petróleo¹⁸. Se adquirió y

¹⁷ Enrique Mosconi (1877-1940) egresó del Colegio Militar de la Nación con el grado de Subteniente en 1894 y como Ingeniero Civil (Escuela de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires) en 1903 (Pien, 1999).

¹⁸ En 1907 se descubrió petróleo en Comodoro Rivadavia pero su explotación era deficiente y deficitaria. Ya en el siglo XIX se había encontrado petróleo en Jujuy y en Cacheuta (Mendoza). Su transporte a los mayores centros de consumo dependía de los ferrocarriles ingleses que cobraban una tarifa diferencial para el petróleo, con la finalidad de desalentar su uso y no

montó la destilería de Ensenada (La Plata) que entró en operaciones en 1926, constituyendo una de las diez refinerías más grandes del mundo (Pien, 1999:80-82). YPF se convirtió, de este modo, en la primera empresa petrolera integrada del mundo, cubriendo desde la prospección y la extracción hasta la distribución de los productos finales (Ministerio de Defensa, 2003; Pien, 1999: 91-107).

Las acciones de Mosconi, al frente de YPF, pusieron de manifiesto una visión sistémica de la empresa y de su papel en el desarrollo nacional. En este sentido se pueden citar los convenios con la Universidad de Buenos Aires, para la creación del Instituto del Petróleo, y con la Orden Salesiana, para que erigiese un colegio de oficios en Comodoro Rivadavia, dirigido a la capacitación laboral de jóvenes para cubrir los requerimientos de personal de YPF; el establecimiento de un hospital y de viviendas para empleados y obreros, obras de electrificación y de agua corriente y servicios sociales para todo el personal del establecimiento (De Paula, Gutiérrez & Martín, 1976; Pien, 1999:91-107).

En 1930, por estar en desacuerdo con el golpe de Estado encabezado por el Gral. José F. Uriburu, Mosconi presentó su renuncia a la dirección de YPF la que le fuera aceptada inmediatamente¹⁹.

4. La industria y la tecnología para la defensa

En el ámbito específicamente militar, el conflicto bélico hizo más notoria la necesidad de actualizar el armamento. En 1923, siendo Ministro de Guerra el Gral. Justo -ingeniero civil y militar- e Inspector General del Ejército, el Gral. José F. Uriburu, se elevó un proyecto, sancionado con el número 11.266 autorizando presupuesto para la compra de armamento. La ley preveía, además, el establecimiento de fábricas de material bélico de carácter estatal, junto con el fomento de empresas privadas, para la fabricación de elementos de guerra²⁰.

perjudicar las importaciones de carbón provenientes de Inglaterra. La ubicación de Comodoro Rivadavia sobre el océano Atlántico posibilitó independizar el transporte del petróleo de los ferrocarriles ingleses (Pien, 1999:51-57).

¹⁹ Por su oposición a la participación de las Fuerzas Armadas en el orden político, sufrió algunas persecuciones y fue enviado al exterior. A su regreso fue designado en el oscuro cargo de Director de Gimnasia y Tiro. En 1932 sufrió de hemiplejía y al año siguiente pasó a retiro. Falleció en Buenos Aires en 1940 (Pien, 1999:111-116).

²⁰ *ARTICULO 1º -*

5º Para fomento de la industria aeronáutica, adquisición de materia de aviación y aeronáutica e instalación de talleres \$ 15.000.000

6º Para fomento de la industria metalúrgica, instalación de altos hornos, modernización de material de guerra existente y fábrica de pólvora, munición y gases \$ 25.000.000

.....

ARTICULO 3º — Una parte de las sumas mencionadas en las partidas 5 y 6 del artículo 1º, de la presente ley podrá ser destinada por el Estado en el establecimiento o en el fomento de empresas privadas de fábricas de elementos de guerra que puedan ser utilizadas también para otros fines. (Ley, de carácter secreto, N°: 11266 / 1923).

No obstante, como explicaba Dorfman (1970), la falta de disponibilidad de capacidades locales no permitía, en el corto plazo, la puesta en marcha de esas plantas. Por este motivo, se conformó una Comisión de Adquisiciones para la compra de material en Europa, continuando con la tradición del Ejército Argentino de abastecerse con equipamiento procedente de Alemania. Esta Comisión sirvió para que los Oficiales que la conformaban, entre ellos, el Tcnl. Manuel Savio, tomaran contacto con las modernas tecnologías de producción y de gestión vigentes en Europa (De Paula, Gutiérrez & Martín, 1980).

A nivel local, la actividad fabril bélica se limitaba a la provisión de municiones y explosivos y a la fabricación de cañones y de armas portátiles, siendo, muchas de las plantas, anteriores al proceso de organización nacional (1862). De Paula, Gutiérrez & Martín (1976) mencionaban que, en 1895, se paralizó la actividad de la Fábrica Nacional de Pólvora de Río IV, equipada con maquinaria de origen inglés y que, inaugurada en 1883, quedó tecnológicamente obsoleta hacia 1890 ante el uso extensivo de las nuevas pólvoras sin humo. De los establecimientos de índole industrial militar, proyectados en el marco de la Ley 11.266, sólo prosperó, en forma inmediata, la Fábrica Militar de Aviones, los demás proyectos quedaron demorados hasta mediados de la década siguiente (De Paula, Gutiérrez & Martín, 1980).

El 2 de octubre de 1928, la fábrica de aviones entregó el primer avión "Avro Gosport" fabricado bajo licencia británica. Comenzaron, luego, los diseños a cargo de ingenieros argentinos. A fines de 1931 fue probado el Ae.C-1 al que siguieron otros hasta que, en 1938, se volvió a la fabricación bajo licencia extranjera (De Paula, Gutiérrez & Martín, 1980).

A finales de 1930, se creó la Escuela Superior Técnica del Ejército (EST)²¹, presentada por Potash (1981) como una importante innovación, que contribuyó a la promoción de las doctrinas económicas nacionalistas dentro del Ejército. Por su parte, De Paula, Gutiérrez & Martín señalaban que el nuevo Presidente, Gral. J.F. Uriburu, dio su apoyo a las gestiones de Savio para poner fin a la (...) improvisación que había caracterizado la historia de la enseñanza técnica en el Ejército Argentino, aún desde la época del virreinato (De Paula, Gutiérrez & Martín, 1980:18-19).

Desde una perspectiva económica, Rouquié (1982) sostenía que la intervención militar en el orden político, característico de la sociedad argentina, no estuvo desvinculada de la relación de los militares con el aparato productivo industrial, sin embargo, aclaraba el autor, esta relación no se dio hasta la década del '40.

Las demoras en la implementación de las instalaciones previstas en el marco de la Ley 11.266, los comentarios precedentes en torno a la creación de la EST y la ausencia de relaciones con la industria local, dan apoyo a la hipótesis de Potash (1981) acerca de que,

²¹ En adelante se la designa por la sigla EST.

una visión del desarrollo del país basado en la industria y en el cambio técnico, era compartida sólo por algunos oficiales con formación técnica pero, no constituía la posición mayoritaria de los cuadros del Ejército.

5. Primera fase de la industrialización por sustitución de importaciones (ISI) (1930-1955)

El derrumbe financiero internacional de 1930, con la consiguiente caída del comercio mundial, tuvo consecuencias decisivas para la industria argentina. Como apuntaba Dorfman (1970), se reprodujo la situación del periodo de la Gran Guerra pero con mayor intensidad y con el agravante de la depreciación de los productos agropecuarios. A nivel mundial, tomaron fuerza las ideas keynesianas acerca del rol del Estado como motor de la economía.

En este nuevo escenario, comentaba Katz (2000), se ampliaron las fábricas existentes y surgió un número elevado de pequeñas y medianas empresas, de capital nacional y gestión familiar, orientadas a la producción de bienes de consumo -alimentos, calzados, textiles, muebles-. El crecimiento se apoyó en un uso más intensivo de la capacidad instalada, por ejemplo, el doble turno; el recurso a tecnología extranjera de segunda mano y a la fabricación de equipos a partir de los conocimientos técnicos que muchos empresarios inmigrantes habían adquirido en su país de origen y que facilitaron el aprendizaje doméstico.

En el mismo sentido, Ortiz (1994) recogía las observaciones realizadas por Lana Sarrate²² sobre la falta de investigación científica-tecnológica vinculada a la industria. El ingeniero español señalaba que las industrias argentinas más avanzadas de la época, operaban bajo licencia extranjera, y lo ilustraba con los casos de "SIAM Di Tella" vinculado con "Westinghouse", o la asociación de "Cristalerías Rigolleau" con el grupo extranjero "Corning Glass Works".

Sin embargo, a pesar de continuar ausente la tecnología más avanzada y de apoyarse en la copia y la adaptación de tecnología extranjera, se percibieron elementos de cambio en el crecimiento industrial, respecto del ocurrido con ocasión de la Primera Guerra Mundial: *entre ellos corresponde destacar el fortalecimiento de ciertas actividades más modernas que completan ciclos de fabricación; una mayor preocupación gubernamental por desarrollar y fortalecer la industria; la creciente conciencia de la clase empresaria industrial; la formación de cuadros técnicos nacionales* (Dorfman, 1987: 399).

²² Casimiro Lana Sarrate era un ingeniero químico de gran prestigio, miembro de la Escuela Industrial de Barcelona. Viajaba con frecuencia, en los años 20, a Alemania donde se capacitó en metalurgia y, probablemente, contactó con Einstein a quién consiguió llevar a Cataluña en 1923. Al estallar la guerra civil española (1931-1936) se exiló en Argentina. Fuente: www.republicahuesca.org

Por primera vez, industrias no tradicionales como la textil, superaron, en capital y valor producido, a las industrias alimenticias y comenzaron a fabricarse, en el país, productos que, hasta ese momento, se importaban -neumáticos, lámparas incandescentes- (Dorfman, 1970). No obstante, el ambiente de “demanda excedente” no incentivó la calidad ni la búsqueda de eficiencia en los costos de producción (Katz, 2000).

6. La influencia de Savio a través de la Dirección General de Fabricaciones Militares (D.G.F.M.)

En el ámbito militar, los gobiernos de Uriburu y Justo, gestores de la citada Ley 11.266 / 1923, facilitaron la concreción de algunas iniciativas del Tcnl. Manuel N. Savio²³. El oficial, luego de tres años en Europa, destinado en la Comisión de Adquisiciones, había regresado al país en 1926. Como resultado de esa experiencia, y de la adquirida en la formación técnica de los oficiales, fue madurando un concepto bélico más global al que denominó “movilización industrial”, consistente en el proceso de adaptar la producción industrial de tiempos de paz a las condiciones impuestas por la guerra. En 1933, siendo director y profesor de la EST, escribió: *actualmente, para determinar la capacidad guerrera de una Nación no hay que olvidar el número de talleres y su valor industrial para adaptarse a las fabricaciones bélicas; la cantidad y calidad de los ingenieros y químicos; las fuentes de recursos materiales, combustibles, minerales, alimentos* (Savio, 1974 (1933): 20).

Hacia hincapié en los malos efectos resultantes de una tradición castrense que desdeñaba la técnica:

No basta ser bravo, hay que ser fuerte y hábil (...). El desprecio de la técnica, como elemento que procura la capacidad y eficiencia material, puede ser nefasto en un cuadro de oficiales que al menoscabarla comete el gran error de dejar de lado una parte importante de las fuerzas que puede aportar el país, renunciando de antemano a utilizarlas (Savio, 1974 (1933): 20).

Y resaltaba el papel de la industria de aplicación civil, en el caso de un conflicto armado:

Movilizar significa llevar al país integralmente del pie, o del estado de paz, al de guerra. Realizarlo con criterio moderno exige no afectar perjudicialmente la vida nacional, y poner en acción total los recursos disponibles; organizar la producción de los elementos indispensables para mantener, si no es posible acrecentar, la capacidad ofensiva de las fuerzas armadas (Savio, 1974 (1933): 21).

En el año 1937, fruto del desdoblamiento de la misión de los arsenales, se creó la “Dirección de Fabricaciones Militares” y fue confiada a Savio. Esta Dirección era la

²³ Como la mencionada EST.

responsable de la producción industrial y estaba compuesta por una planta -recién habilitada- para la fabricación de munición de armas portátiles, una segunda planta de Material para Comunicaciones -en proceso de organización-, otra destinada a Aceros -en construcción- y, en proyecto, una de Pólvora y Explosivos y otra de Munición para Artillería²⁴.

Sin embargo, esta nueva Dirección, no tenía atribuciones ni condiciones para llevar adelante la “movilización industrial” que, en la concepción de Savio, incluía las fábricas de la órbita privada que fueran necesarias para sostener el esfuerzo bélico y expandir el cuerpo industrial militar. Savio impulsó, entonces, el proyecto de ley para la creación de la “Dirección General de Fabricaciones Militares” (D.G.F.M.), aprobado en 1941 bajo Ley 12.709. Pasaron a depender del nuevo organismo los talleres de los arsenales y la Fábrica Militar de Aviones (De Paula, Gutiérrez & Martín, 1976: 330-332), aunque, contra la opinión de Savio, no se incorporaron las actividades de índole similar que estaban en la órbita de la Marina de Guerra²⁵ (Savio, 1974 (1944): 414).

Más tarde, en 1944, Savio explicaba, en retrospectiva, los fundamentos del proyecto de creación de la D.G.F.M. Su exposición ayuda a conocer cual era el nivel de desarrollo alcanzado por la industria nacional en esos años:

No menos de diez años de contacto directo con las empresas de mayor capacidad técnica y el constante trato con muchos de sus destacados ingenieros, nos permitió llegar a la conclusión de que era demasiado optimista confiar en que la industria privada pudiese pasar a producir materiales de guerra, aún los más sencillos, sin una larga, seria y metódica preparación previa y efectiva.

(...)

En cuanto a los métodos de trabajo en las fábricas y a su preparación en las oficinas técnicas, debemos tener presente que sólo hace poco más de diez años que se ha conseguido adoptar en algunos establecimientos argentinos, procesos racionales que aseguren resultados normales y la debida precisión requerida por la intercambiabilidad. Es cierto que la evolución que han experimentado dichos talleres en breve tiempo es realmente extraordinaria, puesto que se han alcanzado tanto en el orden privado, como en el oficial, rendimientos y progresos halagüeños, pero también es cierto que sólo se encuentran en tales condiciones un pequeño número y que, en cambio, la mayoría continúa aún con procedimientos extemporáneos e inadecuados a la finalidad (Savio, 1974 (1944): 400-401).

También hacía referencia a la escasez de recursos humanos con formación técnica: *por otra parte, no abundan los ingenieros y químicos industriales (...). La falla más grande radica en la capacidad para proyectar y, en menor grado, para reproducir máquinas herramientas; no obstante haberse verificado, también en ese sentido, un gran progreso en la última década (Savio, 1974 (1944): 401).*

A la crisis del 30, le siguió la nueva conflagración mundial. Las dificultades para la adquisición de tecnología quedó expuesto por el derrumbe del volumen de importación de

²⁴ Proyectos que tienen su origen en el marco de la Ley 11.266 de 1923.

²⁵ Por ejemplo, el astillero TANDANOR.

máquinas y vehículos, pasando de 157 tn en 1939 a 15 tn en 1945 (Rapoport, 2009:284), aumentó la producción de bienes intermedios para equipar a la industria liviana (máquinas y herramientas para la industria de la alimentación y talleres), pero continuó la dependencia del extranjero para los insumos industriales y los combustibles. Fue así que el proyecto de creación de la “Dirección General de Fabricaciones Militares”, incluyó la extracción y explotación de los recursos mineros, destacando, además, la necesidad de definir una política sobre el acero porque *había que romper con la situación imperante, en la cual era evidente que el capital privado había estado ausente y, si había hecho algo, era muy poco o lo había abandonado, y (era ...) un imperativo disponer de hierro, cobre, manganeso, aluminio, etc. etc.* (Savio, 1974 (1944): 405).

7. Expansión de la D.G.F.M. y el Plan Siderúrgico Argentino

La ausencia de una industria química, medianamente desarrollada, impulsó la actividad de la D.G.F.M. en ese campo, dando origen a la industria petroquímica en el país. En 1942, se creó la Fábrica Militar de Tolueno Sintético, situada en Campana (De Paula et al., 1980). La necesidad de contar con caucho impulsó la adquisición de patentes o, en su defecto, la compra de una planta llave en mano en Europa pero, debido a la postura argentina respecto del conflicto mundial, ninguna de las alternativas se pudo concretar²⁶ (Potash, 1981; Potash, 1984; De Paula et al., 1980).

En el plano de la minería, la explotación de los yacimientos de hierro de Zapla (Jujuy) y la creación de “Altos Hornos Zapla”, en 1943, marcaron el comienzo de la industria siderúrgica del país. El 11 de octubre de 1945, tuvo lugar la primera colada de arrabio argentino. Con el propósito de continuar el desarrollo de esta industria básica clave, Savio elevó, a comienzos de 1946, el proyecto del Plan Siderúrgico Argentino que fuera sancionado por el Congreso en junio de 1947.

El objetivo básico del Plan Siderúrgico era ofrecer, al mercado nacional, laminados de acero con niveles de calidad, cantidad y costo, equiparables a los existentes en el mercado internacional (De Paula et al., 1980). Savio concebía al Estado, como promotor de la actividad industrial pero no como responsable de su ejecución, una vez establecida, razón por la cual creó la figura de las sociedades mixtas. De hecho, presentó el Plan Siderúrgico en la sede de la Unión Industrial Argentina (Savio, 2011).

²⁶ Los Aliados no veían con buenos ojos la indefinición argentina respecto de los países del Eje y, Alemania, estaba abocada a la guerra.

Cuando, inesperadamente, fallece Savio en 1948, la D.G.F.M. contaba con doce establecimientos industriales de su propiedad y participaba en cinco sociedades mixtas²⁷. Sin embargo, este crecimiento no significaba que el país hubiera alcanzado el grado de desarrollo industrial y tecnológico necesario para cubrir las necesidades básicas de la defensa. De hecho, la construcción y puesta en marcha de la “Segunda Unidad Siderúrgica” (SOMISA) se dilató por falta de recursos y entró en operaciones en 1962: catorce años más tarde de lo previsto por Savio²⁸.

Mientras tanto, durante la guerra, el gobierno continuó con los infructuosos esfuerzos por obtener armamento ya sea de los aliados como de Alemania (Potash, 1969: 359-362), y la D.G.F.M. reclutó científicos y técnicos europeos para su Oficina de Planeamiento, “la Oficina” en la jerga del organismo (Potash, 1999; Dick, 2005; CITEFA, 2005)²⁹. *La especulación con un estallido de la tercera guerra mundial no se acalló sino hasta el fin de la Guerra de Corea en julio de 1953 cuando el conflicto armado quedó confinado a Extremo Oriente y la guerra entre las superpotencias pasó a otro plano, la llamada “Guerra Fría”* (Artopoulos 2007: 19).

Por otra parte, como recalca Ortiz (1994), el concepto de un ejército con orientación más técnica continuaba desafiando el orden tradicional de esta Fuerza cuyo interés era equiparse, más allá del modo de conseguirlo. Se podría afirmar que el papel y la influencia de lo militar en las industrias básicas no fue por vocación de las Fuerzas Armadas como institución, sino empeño de Savio, secundado por algunos oficiales, para llenar el hueco dejado por la iniciativa privada y las políticas de distintos gobiernos.

Bajo la dependencia de la D.G.F.M., la Fábrica Militar de Aviones se amplió y se rediseñó la distribución de planta de acuerdo con criterios modernos de producción. Sin embargo, en 1943 fue desafectada de esa repartición ante la inminente constitución de la Fuerza Aérea y cambió su nombre por el de “Instituto Aerotécnico”. Con la designación del My Juan Ignacio San Martín comenzaron, nuevamente, proyectos nacionales como el DL22, construido totalmente en el país, y otros como Gaucho, Boyero y Mañque (De Paula et al., 1980). San Martín elaboró las metas tecnológicas deseadas y la relación del Instituto con el Estado y la sociedad (Artopoulos 2007: 5). En agosto de 1947, se presentó

²⁷ En De Paula, Gutiérrez & Martín (1980: 383-388), se encuentra una cronología de la evolución de la industria militar argentina. Ernesto López (2004) analizó las diferentes formas de empresa utilizadas por la D.G.F.M. para llevar adelante sus proyectos.

²⁸ Alicia Savio (2011), hija del Gral. Savio, en referencia a las demoras que sufrió el alto horno de San Nicolás, “*corazón del proyecto de mi padre*”, comentó: “*Perón no cumplió y tampoco los gobiernos militares que siguieron, recién se inaugura en el gobierno de Frondizi*”. Sin embargo, en el contexto del proyecto atómico de Huemul, Perón manifestó su interés en aplicar la energía atómica en apoyo a la industria siderúrgica (Mariscotti, 2004).

²⁹ La Dirección General de Fabricaciones Militares crea, en 1948, el Departamento de Investigación y Desarrollo dentro de la Oficina de Planeamiento *con un objetivo perfectamente definido en función de las limitaciones que por entonces imponía la capacidad tecnológica instalada en el país: el desarrollo de una bomba teledirigida (...) Su lanzamiento y las pruebas finales de evaluación fueron exitosos y en 1950 se convirtió en el primer proyectil guiado de producción nacional* (Andreussi, 2005: 37).

el Pulqui I, el primer avión a reacción construido en América Latina, con la participación del ingeniero francés Dewoitine. Ese mismo año, comienza el proyecto del Pulqui II, por iniciativa de San Martín sin que mediara una orden del Ministerio de Guerra. Fue diseñado por Kurt Tank, ingeniero aeronáutico alemán, junto con su equipo de colaboradores, que habían sido contratados ese año por el gobierno argentino, y en febrero de 1951 se hizo su presentación oficial (Mariscotti, 2004; Artopoulos 2007).

El Pulqui II se destacó por una innovación radical: el ala en flecha³⁰. Sus principales usuarios serían los pilotos de la FAA que ya habían sido entrenados en aviones confiables fabricados en el Instituto. Sin embargo, a pesar de tratarse de un desarrollo exitoso, *el proyecto no pasó de la etapa de prototipo y nunca alcanzó la etapa de producción* (Artopoulos 2007:2). En 1952, ante la necesidad de evitar la pérdida de divisas a través de la importación de bienes intermedios y la falta de capitales extranjeros dispuestos a invertir en el país, se transformó en Industrias Aeronáuticas y Mecánicas del Estado (IAME) (Artopoulos, 2007: 19, 26). Allí se fabricaron autos, motos, tractores, motores y hasta heladeras (Noro, 2011: 95), abandonando las aspiraciones de potencia militar y las políticas tecnológicas asociadas. Tecnólogos que fueron protagonistas de ese giro relataban su desencanto y desorientación, junto con la partida de varios científicos extranjeros, entre ellos Kurt Tank (Artopoulos, 2007: 19, 24).

8. Agotamiento de la primera fase de la ISI y creación de institutos públicos de I+D

En octubre de 1946, el Presidente Juan Domingo Perón había anunciado su plan de gobierno bajo la denominación "Primer Plan Quinquenal 1947-1952". Hurtado y Mallo (2010) consideran que, por primera vez, las actividades de ciencia y técnica fueron concebidas como un componente de la planificación económica. Sin embargo, el proceso de industrialización, durante los dos periodos de gobierno de Perón, continuó apoyado en la industria liviana³¹, enfocada en la producción de bienes de consumo y bienes durables para abastecer el mercado interno, sin llegar a modificar la estructura del sistema productivo (Luna, 1984)³².

³⁰ *La nueva generación de aviones jet de alas en flecha a la que pertenecía el Proyecto I. Ae. 33 "Pulqui II" fue un salto paradigmático de la tecnología aeronáutica que revolucionó la guerra aérea en la primera post guerra fría y el transporte aéreo en la década de 1960. Fue una de las tecnologías que junto con las telecomunicaciones y la informática hicieron posible la "aldea global". Redujo diez veces los tiempos de viaje gracias a que alcanzaba velocidades cercanas a los 1000 Km. por hora. Velocidades inimaginables para la época* (Artopoulos, 2007: 2).

³¹ Si bien el 2º Plan Quinquenal priorizaba la industria pesada, los recursos energéticos y las obras de infraestructura, era necesario contar con capitales extranjeros, necesidad que ya se había puesto de manifiesto con el 1º Plan Quinquenal (Potash 1984:98-99; 203-204; 222-228).

³² Para Luna (1984), a pesar de los anuncios espectaculares, las obras de infraestructura importantes se limitan a: el gasoducto Comodoro Rivadavia- Buenos Aires, el aeropuerto internacional de Ezeiza y los diques de Nihuil (Mendoza) y Florentino Ameghino (Chubut). En cambio, se construyeron muchas escuelas, hospitales y centros recreativos. Rapoport (2009) señala las mismas obras como las más destacadas del periodo.

Entre 1948 y 1952 se estancó el producto industrial. Aunque este hecho, como señala Rapoport (2009), respondió a causas complejas, desde el punto de vista industrial, diferentes autores (Martin, 1967: 504-505; Oszlak, 1976: 41-42; Barbero & Rougier, 2002) lo atribuyen a que se habrían alcanzado los límites de la tecnología existente en el país. De este modo, la primera etapa del proceso de sustitución de importaciones, basado en la industria liviana -conocida como ISI "fácil"- llegó a su fin y se comenzó a experimentar la necesidad de un cambio cualitativo de los sistemas de producción.

A nivel mundial, el rol protagónico de la ciencia y de la tecnología en el desenlace de la guerra condujo a ciertos sectores de la sociedad, a reconocer su importancia para el desarrollo económico y posicionamiento estratégico de los países. Este reconocimiento social, legitimó el interés de los gobiernos en el impulso de las actividades de ciencia y tecnología³³ a través de la creación de institutos con la consiguiente dotación de presupuesto. Argentina, junto con otros países de América Latina, no estuvo al margen de esta nueva corriente y, hacia fines de los '40, y a lo largo de la década del '50, se crearon y organizaron diferentes institutos y centros de investigación y desarrollo.

Para Albornoz (2001), estos centros responderían a tipos institucionales derivados del "modelo lineal", de difusión de la ciencia, propuesto por la UNESCO³⁴. Katz (2000) afirmaba que el Estado creó institutos y laboratorios de I+D e "inventó" para ellos una "misión". Sin embargo, Hurtado y Mallo (2010) sostienen que algunos de estos institutos, como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) o la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) fueron concebidos en clave técnica más que científica, con el objeto de responder a las necesidades locales de investigación y desarrollo aneja a la transformación económica que necesitaba el país y en sectores considerados estratégicos.

En el ámbito militar se creó CITEFA ante la necesidad de realizar un cambio cualitativo en la producción de las fábricas militares³⁵, apoyado en el desarrollo tecnológico local, debido a las ya comentadas dificultades que encontraba el país para abastecerse de material bélico en el exterior. Los recursos para atender a su funcionamiento estaban encuadrados en el "Segundo Plan Quinquenal" (Dick, 2005: 25).

En 1950 se creó, en clave estratégica y en un ambiente rodeado de secreto, aunque con propósitos de aplicación pacífica, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) (Katz, 2000; Mariscotti, 2004). A partir de la caída del gobierno de Perón, la actividad de la

³³ Particularmente de las ciencias químicas, la electrónica y la física nuclear.

³⁴ El modelo de investigación ofertista lineal (MIOL) considera que el desarrollo tecnológico y la innovación son el resultado de un continuo lineal que comienza con la investigación básica, seguida de la investigación aplicada y el desarrollo experimental. En esta concepción el empuje proviene de la investigación básica, por lo tanto ésta fijaría el ritmo del progreso tecnológico. El enfoque descrito es el que subyace en el informe elaborado por el científico norteamericano Vannevar Bush titulado "Ciencia, la frontera sin fin. Un informe al Presidente, julio de 1945 (Disponible en castellano en REDES 14 (7)).

³⁵ Decreto 441/54 citado en la Introducción. En el Capítulo 3 se tratará este tema en detalle.

CNEA, orientada a la investigación con fines de aplicación industrial y la generación de energía eléctrica, sumó la formación de recursos humanos (Briozzo et al., 2007; Mariscotti, 2004; Hurtado, 2005 (a) y (b))³⁶.

9. Segunda fase de la industrialización por sustitución de importaciones (ISI) (1955-1976)

El gobierno que llega al poder en el año 1958 tiene como objetivo, desde el punto de vista económico, el desarrollo de la industria pesada y la explotación de los recursos naturales, especialmente el petróleo³⁷. Estimuló la inversión extranjera sosteniendo que la independencia económica no dependía del origen de los capitales, sino del propósito de la inversión. Ingresaron al país nuevos medios de producción (Potash, 1984:381). Comenzó, entonces, un segundo periodo, dentro de la etapa de industrialización por sustitución de importaciones, que se extendió hasta mediados de la década del '70.

Para 1961, la producción de petróleo y de gas natural aumentó un 150%, el país dejó de ser importador para pasar a exportar petróleo crudo a los países limítrofes (Luna, 1984)³⁸. Ese mismo año se inauguró el primer alto horno en San Nicolás y, en 1962, comenzó a producir acero disminuyendo el nivel de importaciones (De Paula et al., 1980: 198). Diferentes empresas privadas y estatales, algunas bajo la figura de "sociedad mixta", producían derivados petroquímicos como fenol, anhídrido ftálico, estireno, ésteres (Luna, 1984; De Paula et al., 1980).

Ferrer (1994) destacaba que el periodo 1964-1974, fue el de mayor crecimiento de la historia de la industria local, con un promedio anual del 8%. Ese crecimiento estuvo acompañado de cambio tecnológico y aumento en el tamaño de las plantas y en el volumen de exportación.

10. Comportamiento industrial en la ISI "difícil"

³⁶ Entre 1950 y 1952 el Coronel Enrique González fue administrador y el Presidente Perón, Presidente de CNEA. En 1951 se crea la DNEA en la que trabajan físicos argentinos que no habían sido convocados para el proyecto de Richter. En 1952, en torno a la caída de Richter asume la Presidencia el Capitán de Navío Pedro Iralagoitia y con el golpe de 1955 se cierra la CNEA y la DNEA toma el nombre de dicha institución (Mariscotti, 2004; Hurtado, 2005 (a) y (b)).

³⁷ (Para 1958, inicio del gobierno desarrollista de Frondizi -1958/1962-) *la crisis estructural que venía padeciendo el país había llegado a su punto crítico. Era inocultable la virtual quiebra de nuestras posibilidades de crecimiento económico, con una producción agropecuaria casi estacionada, un saldo crónicamente desfavorable en el intercambio comercial, una industria liviana desprotegida y carente de infraestructura de apoyo, una red ferroviaria obsoleta y deficitaria, una red vial descuidada, un sistema energético impotente para atender las exigencias industriales y las derivadas del crecimiento urbano, un parque automotor envejecido y escaso* (Luna 1984:121).

³⁸ Argentina no es un país "petrolero" sino un país "con petróleo".

Katz (2000) analizaba, desde el punto de vista tecnológico, el comportamiento del aparato productivo durante la segunda etapa de la ISI, llamada también ISI “difícil”. El autor distinguía tres sectores: el de las empresas estatales, el de las subsidiarias de firmas transnacionales y el de las empresas de capital nacional, subdividiendo al último, en pequeñas y medianas empresas (pymes) y en conglomerados.

Las empresas estatales se ocupaban de la provisión de los servicios públicos – transporte, comunicaciones, energía - y de las industrias básicas vinculadas a la defensa - química, petroquímica y siderurgia-. Las nuevas plantas demandaron actividades de diseño, montaje y puesta en marcha, dando lugar a la creación de departamentos de ingeniería de planta y de oficinas de proyectos. En algunas, la exigencia de nuevos conocimientos tecnológicos, llevó a la creación de departamentos de I+D³⁹. Estas empresas requirieron, fundamentalmente, capacidades de ingeniería para adaptar las tecnologías importadas al mercado, la geografía y los recursos naturales locales. Estas actividades contribuyeron a la formación de recursos humanos en ingeniería y en tareas técnicas. Vessuri (2007:195-196) destacaba que, a mediados del siglo pasado, la disponibilidad de personas formadas científica y tecnológicamente, en Argentina, no suponía un obstáculo determinante para el desarrollo⁴⁰.

Sin embargo, el rol subsidiario que cumplieron las “capacidades tecnológicas”⁴¹ locales, como fuente de modernización del aparato productivo, quedó expuesto en el raro recurso a la compra de plantas “llave en mano”. Si bien, al comienzo, este comportamiento fue necesario por la falta de capacidades locales, fue una tendencia que no se revirtió al disponer de recursos humanos calificados. Katz (2000), al igual que Thomas (1995), sugería que la propensión de los administradores locales a la compra “llave en mano”, podría estar en la “alta aversión al riesgo” de éstos pero, sobre todo, al

³⁹ Sólo unas pocas empresas contaban con este tipo de departamentos: El primer Centro de Tecnología de YPF, inaugurado en 1942, en Florencio Varela (Pcia. de Buenos Aires), llegó a tener 500 profesionales y técnicos dedicados a la actividad de *upstream* y *downstream*, incluyendo Geología y Geofísica. Fuente: www.ypf.com, consultado 12 julio 2010.

⁴⁰ *En 1950, las personas técnicamente calificadas constituían el 27,8% de la población económicamente activa, el mayor porcentaje de la región. De manera similar, los empleadores, gerentes profesionales y personal técnico comprendían el 12,2% de la fuerza laboral, muy por encima de los otros países latinoamericanos* (Vessuri 2007: 195-196).

⁴¹ Dahlman et al. (1987) denominan “capacidades tecnológicas” al conjunto de capacidades necesarias para adquirir, asimilar, usar, adaptar, modificar o crear tecnología, clasificándolas en tres categorías. La “capacidad de producción” es necesaria para operar instalaciones productivas y se manifiesta en la habilidad para adaptar las operaciones a las circunstancias del mercado. La “capacidad de inversión” permite establecer nuevas instalaciones o expandir las existentes y se expresa en la habilidad para realizar estudios de factibilidad y diseñar y gestionar proyectos de inversión. En tercer lugar está la “capacidad de innovación”, necesaria para crear nuevas tecnologías y se refleja en la habilidad para mejorar la tecnología o para desarrollar nuevos productos o servicios que satisfagan mejor las necesidades.

tipo de desarrollo escogido por las políticas gubernamentales al comienzo de la etapa ISI⁴².

De este modo, sin una demanda proveniente del sector productivo, muchos de los institutos tecnológicos y departamentos de investigación y desarrollo, en los que se gastaba el grueso del presupuesto nacional de I+D, desarrollaron una cultura burocrática alejada del dinamismo propio de la innovación (Katz, 2000; Albornoz, 2001; Thomas, 1995). No obstante, es justo reconocer el rol que cumplieron como formadores de recursos humanos calificados que luego pasaron al sector privado.

Diferente fue el comportamiento argentino en el área de la energía nuclear que, en 1961, apoyado en una visión estratégica de largo plazo, decidió diseñar y construir el reactor RA3⁴³ en lugar de aprovechar las facilidades que daban los productores extranjeros para su compra llave en mano.

La política de la CNEA, se apoyó en tres principios básicos: construir una capacidad autónoma de toma de decisiones; cimentar la infraestructura científico-tecnológica –en el caso del RA3 la participación de la industria nacional fue del 90%-; y crear un “efecto demostración” (Briozzo et al., 2007). Su dirección estaba convencida de la importancia de contar con “know-how” nacional.

Jorge Sábato, director del Departamento de Metalurgia de la CNEA, que junto con otros científicos y tecnólogos de la época dieron origen a lo que se denominó “pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología”⁴⁴, acuñó el concepto de “apertura

⁴² *El ‘proyecto’ científico-tecnológico (de América Latina) de la época era diametralmente opuesto al de países como Corea o Japón que tempranamente pusieron en el centro de su estrategia de desarrollo industrial alcanzar independencia respecto al capital extranjero. En dichos países se tendió a priorizar lo doméstico, en el marco de un extremo ‘nacionalismo tecnológico’ que nunca existió en América Latina. Cuando hubo I+D local fue por presión del país receptor. Cuando Park Cheng Hee encara la industrialización de Corea tras hacerse cargo del gobierno en 1961 hace de la industrialización independiente de Corea una cuestión de honor personal que lo lleva a controlar semanalmente los programas de desarrollo y exportación de los grandes grupos corporativos coreanos. Perón desarrolla una estrategia completamente distinta, encarando personalmente la negociación con grandes firmas norteamericanas como California (petróleo), Kaiser (automóviles), Squibb (antibióticos), A todas otorgó fuertes subsidios y privilegios a cambio de plantas industriales locales (Katz, 2000:19).*

⁴³ El RA-3, ubicado en el Centro Atómico Ezeiza de la CNEA, a 30 km de la ciudad de Buenos Aires, es un reactor de investigación y producción de radioisótopos de tanque abierto alimentado con uranio enriquecido (inicialmente al 90% y desde 1990 al 20%). En 1970 comenzó la producción de radioisótopos. Luego de sucesivos aumentos de potencia, está licenciado actualmente para operar a 10 MW y suministra la mayor parte de los radioisótopos de uso médico e industrial al país (Briozzo et al., 2007).

⁴⁴ Como fruto de los debates que, durante las décadas de los sesenta y setenta, se llevaron a cabo en la región, surgió un pensamiento propio acerca de los problemas del crecimiento económico, la modernización social y el papel de la ciencia y la tecnología en este proceso. Este pensamiento, conocido como “pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología” (PLACTS), no fue una corriente uniforme, no obstante, conformó una corriente común en su preocupación por impulsar el desarrollo científico y tecnológico vinculándolo con las necesidades sociales y económicas de los países de América Latina.

del paquete tecnológico”⁴⁵. Este concepto expresaba cómo, a través de la adquisición de tecnología extranjera era posible estimular el proceso de aprendizaje y el desarrollo científico –tecnológico local, con la correspondiente transferencia al aparato productivo nacional. El caso de la CNEA ha sido objeto de numerosos estudios (Hurtado, 2005(a) y (b)), si bien algunos autores dudan acerca de la importancia de su impacto en la industria local (López 2002: 66-67).

Aunque en el ámbito de las subsidiarias de las firmas transnacionales no tuvieron lugar actividades de I+D, estas empresas contribuyeron al desarrollo tecnológico local poniendo al personal en contacto con “innovaciones organizacionales”⁴⁶ que no estaban difundidas en el país como: control de calidad, establecimiento de normas y estándares, nuevas formas de subcontratación. Al igual que en el caso de las empresas estatales, los esfuerzos para adaptar las tecnologías importadas al mercado y los recursos locales, contribuyeron a la formación de ingenieros y técnicos. Incluso, algunas adaptaciones fueron de utilidad en otras plantas de las corporaciones que estaban localizadas en terceros países con condiciones similares.

A juicio de Katz (2000: 20-21), las transnacionales promovieron, también, el desarrollo de proveedores locales y constituyeron “puntos focales” de difusión de tecnología a nivel local. Thomas (1995), en cambio, manifestaba una opinión más crítica, respecto del rol que jugaron, al señalar que equiparon a las subsidiarias con tecnologías obsoletas en los países de origen pero que no estaban amortizadas. De este modo, habrían aprovechado la situación para aumentar la rentabilidad con tecnologías y productos retrasados, respecto de la frontera internacional⁴⁷.

Las pequeñas y medianas empresas de capital nacional, por lo general de gestión familiar, fueron desarrollando un aprendizaje tecnológico que Katz (2000) denominaba “idiosincrásico”, en muchos casos de carácter autodidacta, montando sus propios elencos técnicos. La reducción de aranceles de importación, iniciada en la década del ‘60, impulsó

⁴⁵El “paquete tecnológico” se compone de conocimientos integrados, documentados y agrupados de acuerdo con el tipo de tecnología; entre otros: libros de ingeniería básica y de detalle, diseño de instalaciones, memorias de cálculo, hojas de proceso, manuales, guías, planos, especificaciones, dibujos, diagramas de flujo, diagramas de tubería e instrumentos, listas de verificación, fórmulas y composiciones, instructivos de puesta en marcha y operación, fichas técnicas, bitácoras de investigación y desarrollo, resultados de pruebas piloto, listas de partes y componentes, estudios técnicos y económicos, normas, patentes, directorio de proveedores.

⁴⁶ La moderna literatura sobre la economía de la innovación no trata únicamente de innovaciones “tecnológicas” -entendidas como transformaciones en el ámbito “material”- sino que también incluye cambios y novedades de tipo organizacional. La importancia de este último tipo de innovaciones deriva de su impacto en los cambios en la productividad y la competitividad, además de hacer posible, en muchos casos, la introducción exitosa de innovaciones tecnológicas. Tan es así que, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) no limita las capacidades tecnológicas al plano puramente técnico sino que incluye el dominio de procedimientos y estructuras organizacionales (López, 1998:7-8).

⁴⁷ Thomas (1995) explica que sólo a finales de los 60 comienza a acercarse la salida de nuevos productos en Argentina al momento en que se lanzan en países desarrollados, por ejemplo, el Ford Taunus sale al mercado local en 1974, un año y medio después que en Europa.

una mejora en el diseño de los productos para competir con los sustitutos importados. No obstante, esta industria no tuvo un sesgo exportador sino que permaneció enfocada en el abastecimiento del mercado local. Sólo en pocas oportunidades se desarrollaron procesos o productos nuevos que fueron adoptados por otros países, llegando a exportar plantas completas llave en mano⁴⁸.

Finalmente, Katz (2000) describía los conglomerados de capital local como concentrados, en su mayoría, en el procesamiento de recursos naturales a partir de ventajas comparativas. Es decir, en la producción de “commodities” intermedias, en base a bienes de capital importados, sin mayores exigencias técnicas una vez instaladas, y vinculados, tecnológicamente, con sus proveedores, sin originar demanda de conocimientos a los laboratorios de I+D locales.

Schvarzer (1994) intentaba explicar dicho comportamiento a partir de algunas condiciones de contexto como: el haberse gestado al amparo de subvenciones estatales en el marco de regímenes de promoción industrial, con una fuerte dependencia de los contratos del Estado y con una gestión cerrada, vinculada a la propiedad del capital en manos de una familia. Estas peculiaridades serían la razón, por un lado, de la falta de profesionalización de la conducción empresarial, presente sólo en algunos casos y, por otro, de la existencia de un conflicto entre el óptimo económico para el empresario y el óptimo para el desarrollo de la empresa.

Para Schvarzer (1994), el segundo rasgo mencionado, favorecería una orientación hacia la maximización del *beneficio y la seguridad, de los mayores propietarios, mediante estrategias que utilizan a las empresas como "rehenes" antes que como agentes activos más o menos autónomos*, condicionando, de esta manera, la capacidad de dichas empresas para liderar el desarrollo nacional.

11. La I+D militar en el periodo

El Plan Europa, aprobado por el gobierno de Onganía (1966-1970), tuvo por objetivo reequipar a las Fuerzas Armadas pero también, como expresaba Potash (1994), el de desarrollar una industria de armamento local, en base a patentes de origen europeo, en línea con el pensamiento de la época.

Este plan circunscribía las capacidades locales existentes, en CITEFA y en otras divisiones técnicas de las Fuerzas Armadas, a desarrollos tecnológicos “complementarios” a las adquisiciones. Desarrollos que tenían como finalidad sustituir importaciones, disminuir los costos de adquisición y lograr autosuficiencia en armamento convencional y

⁴⁸ Katz (2000:23) presenta un cuadro con las plantas completas, llave en mano, u obras de ingeniería exportadas por Argentina en el periodo 1973-1977, a otros países de la región.

tecnologías sencillas (CITEFA, 2005: 99-101). El mismo nombre del plan es el mejor testimonio sobre el lugar asignado, en él, a lo local.

Por otro lado, en un sector tecnológico de alta complejidad como el aeronáutico, se alcanzaron logros de relevancia en el Instituto Aerotécnico (IAE). En los años 1963-1974⁴⁹, se realizó el diseño y la fabricación del IA50 Guaraní y, en 1969, se presentó el IA58 Pucará, único avión de combate de diseño nacional que recibió el “bautismo de fuego”⁵⁰. Sin embargo, comentaba Sevilla⁵¹ (2010), no existió una estrategia orientada a ganar mercados externos, *nuestro objetivo fue sustituir importaciones mientras que Brasil salió a comerciar con el mundo. Entraron inmediatamente en la producción a gran escala y a exportar. EMBRAER hoy compite con Bombardier de Canadá y son los dos fabricantes más importantes del mundo en ese segmento de la aeronáutica.*

En 1960 Frondizi había creado, en el ámbito de la Secretaría de Aeronáutica, la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) como parte de una política espacial nacional. Teófilo Tabanera, ingeniero electromecánico de la Universidad Nacional de La Plata fue nombrado presidente del organismo. En 1963 se comenzó a planificar la “Operación Matienzo”, con el objetivo de medir la radiación cósmica lanzando cohetes en forma simultánea desde las bases Matienzo (Antártida) y Chamental (La Rioja). El vehículo portador de los instrumentos de medición fue el cohete Gamma Centauro, desarrollado y fabricado en el IAE. A partir de 1973, la CNIE comenzó una política de aislamiento y militarización para, de acuerdo con algunas versiones, “proteger” sus iniciativas de la influencia del gobierno peronista. En esos años comenzó el desarrollo de un cohete de combustible sólido para colocar satélites en órbita (Hurtado, 2008).

Hacia el fin del periodo en estudio, se crearon nuevas plantas dependientes de la D.G.F.M., entre las que se destacaron varias petroquímicas: Petroquímica General Mosconi (1970), Petroquímica Bahía Blanca (1971), Petroquímica Río Tercero (1973).

12. Reformas estructurales: apertura comercial externa, desregulación y privatizaciones (1976 -2001)

En 1976 se produjo un quiebre en las reglas de juego de la economía. Las nuevas reglas promovieron reformas estructurales pro mercado, que no fueron exclusivas de Argentina sino comunes a toda América Latina. Las mismas se consolidaron en las dos décadas siguientes.

La apertura del mercado interno, a través de la reducción de aranceles de importación, encontró a una industria local rezagada tanto en los sistemas de producción como de

⁴⁹ Fuente: www.aeromilitaria.com.ar

⁵⁰ Fuente: www.wv2aircraft.net

⁵¹ El Gral (R) Guillermo Alberto Sevilla se desempeñó como Presidente de CITEFA en el periodo septiembre 2002 – octubre 2009.

gestión. Thomas (1995) destacaba que el capital disponible, acostumbrado a políticas de corto plazo, encontró más rentable participar en el negocio financiero que aprovechar el nuevo escenario –bajos aranceles y dólar barato– para invertir en la modernización tecnológica del aparato productivo, a través de la importación de nueva maquinaria y equipos.

La modernización de las empresas de servicios públicos pertenecientes a los sectores de energía, comunicaciones, transportes, etc., adquiridas por empresas extranjeras, en algunos casos, con participación de los grandes grupos locales, se efectuó con la importación de tecnología y el consiguiente desguace de los departamentos de I+D domésticos (Katz, 2000). Departamentos que, como fuera señalado en la sección 10 de este capítulo, eran los más importantes del país. Por otra parte, comentaba Schvarzer (1994), la proporción de capitales nacionales con participación en las privatizadas fue inversamente proporcional a la complejidad tecnológica del servicio.

Además, la globalización de las preferencias de los usuarios y de los consumidores alentó, a nivel mundial, estrategias globales que exigían menores esfuerzos de adaptación, actividades que habían sido una fuente de aprendizaje tecnológico doméstico. Las filiales locales de las empresas transnacionales distribuyeron productos provenientes de la casa matriz y de subsidiarias asentadas en otros países.

El nuevo modelo otorgó mayor previsibilidad en el largo plazo, pero lo “externo” fue la fuente de cambios tecnológicos en los ´90. Se produjo una concentración del sector fabril manufacturero apoyado en las ventajas comparativas y el sector de máquinas herramientas sufrió una crisis estructural, desapareciendo las dos terceras partes de las empresas del rubro existentes en 1976 (Katz, 2000; Thomas, 1995; Aspiazu & Schorr, 2011). Se consolidó un aumento de la productividad laboral, iniciada en la segunda etapa de la ISI, y un cierre de la brecha con respecto a la productividad de los Estados Unidos, algunos sectores procesadores de recursos naturales fortalecieron una importante I+D local de clase mundial⁵²(Katz, 2000).

⁵² Un caso destacado del sector privado es el Centro de Investigación Industrial (CINI) del Grupo Techint, creado en 1989, con el cometido de realizar investigación científica y tecnológica con la finalidad de cimentar el desarrollo y perfeccionamiento de los procesos y productos por parte de las compañías del Grupo. Concretamente, Siderca había comenzado a exportar y le resultaba imperioso mejorar el desarrollo de sus productos para tornarlos competitivos en el mercado internacional. Precisaba, además, optimizar sus procesos, a fin de producir tubos de acero sin costura de superior calidad. La misión, entonces, consistía en procurar basamento científico-tecnológico a los procesos y productos de Siderca. Los propósitos accesorios del CINI son: establecer una red con instituciones consagradas a la investigación científica básica, como es el caso de ciertas universidades y laboratorios nacionales, a fin de transferir conocimiento científico a los desarrollos tecnológicos; y apoyar la excelencia en la formación de grado y postgrado de jóvenes ingenieros y científicos.

El CINI está organizado en cuatro departamentos: Materiales y Corrosión, Mecánica Computacional, Física Aplicada y Tecnología Mecánica. En 2002 trabajaban 56 personas (entre investigadores seniors, investigadores en formación, jóvenes profesionales, becarios, técnicos y personal administrativo) y tenía suscritos convenios con laboratorios de la

Por su parte, los grandes conglomerados locales modificaron su comportamiento y avanzaron hacia una mayor profesionalización de la gestión y la diversificación de su cartera de negocios (Schvarzer, 1998).

A su vez, la tasa de mortalidad en el sector pymes fue elevada, pocas pudieron acceder a los beneficios de la globalización, por las dificultades anejas al ingreso al mercado de capitales y al de tecnología, y a los costos de apertura de mercados externos. Solamente, en algunas ramas de los sectores de media y alta intensidad tecnológica⁵³, unas pocas pymes lograron aplicar las innovaciones necesarias y mantenerse en la frontera internacional, atendiendo pequeñas porciones del mercado interno y exportando (Bernat y Corso, 2010; Katz, 2000). En el sector agropecuario, el comportamiento fue más heterogéneo, con sectores en la frontera tecnológica internacional, como la producción de soja, de limones y avícola y las ramas siderúrgica y alimenticia, mientras otros continuaban con tecnologías rezagadas, por ejemplo carne y manzanas⁵⁴.

El complejo productivo militar también fue afectado por el proceso de privatizaciones iniciado en 1990. En 1991, se firma el decreto para la venta de "Altos Hornos Zapla". También fueron vendidas, aunque ya sin pertenecer a la D.G.F.M., Somisa (a Techint), Petroquímica Bahía Blanca (a Dow Química e YPF) y Petroquímica General Mosconi (a YPF). Un artículo publicado por La Nación, el 28 de abril de 1996, comentaba que *los siete establecimientos que restan vender son plantas de tecnologías casi obsoletas y muy difíciles de privatizar debido a que resulta complicado hallar interesados*.

En 1991, debido a presiones políticas internacionales, se desactivó el proyecto del misil Cóndor (Busso, 1997), se cerró la CNIE y se crea un nuevo organismo en el ámbito de la Cancillería: la Comisión Nación de Actividades Espaciales (CONAE). *La intención en ese momento era crear una agencia espacial con las características claras de agencia civil (...). A cambio del desmantelamiento del proyecto Cóndor, los Estados Unidos se comprometieron a transferir a Argentina tecnología para el desarrollo de satélites.* (Hurtado, 2008: 6). Este es un ejemplo de cómo la distribución mundial del poder puede bloquear las posibilidades de aprendizaje llegando a destruir, como en este caso, competencias ya existentes (Lundvall, 2009:381). Fue así como nació el Plan Espacial "Argentina en el Espacio 1995-2006". En la actualidad, se encuentra vigente el Plan Espacial Nacional 2004-2015 que, entre sus líneas de trabajo, cuenta con el desarrollo de *la serie de satélites SAC, de los cuales el más importante es el SAC-C, concebido para obtener imágenes útiles para agricultura, minería, geología, hidrología y cartografía* (Hurtado, 2008: 6).

Universidad de Buenos Aires y la Universidad Nacional de La Plata. (Fuente: Boletín Informativo Techint 309: 5-19)

⁵³ Segmentos de equipamiento médico (incubadoras, equipos de rayos X), maquinaria agrícola (sembradoras) y farmacéutica (ligado a la biotecnología) (Bernat y Corso, 2010).

⁵⁴ Para un análisis del comportamiento tecnológico del sector agropecuario en las últimas dos décadas véase Bernat y Corso (2010).

En 1995, la Fábrica Militar de Aviones fue concesionada a la Lockheed Martin Aircraft Argentina, filial de Lockheed Martin Corporation.

El recorrido histórico realizado en este capítulo, observando las condiciones que otorgan fisonomía propia a los vínculos entre los diferentes elementos que componen el sistema nacional de innovación, provee claves para comprender el desarrollo y desempeño de CITEFA como organismo de ciencia y tecnología para la defensa.

CAPÍTULO 3

Investigación militar: el caso CITEFA

Este capítulo es una aproximación a CITEFA a nivel micro, a partir del contexto histórico y tecnológico-cultural macro presentado en el capítulo anterior.

1. Antecedentes y creación de CITEFA

Ya en 1947, Savio había comenzado a incorporar investigadores y tecnólogos extranjeros, para las actividades de investigación y desarrollo de la D.G.F.M., en un sector denominado Oficina de Planeamiento⁵⁵. En esta Oficina se desarrolló, en el periodo 1948-1950, el primer proyectil guiado de producción nacional (Andreussi, 2005: 36-37).

Durante la Segunda Guerra Mundial, las fábricas militares produjeron vehículos, armamento pesado y municiones con tecnologías accesibles, sin mayores innovaciones o bajo licencia extranjera⁵⁶ (Quel, 2010 (b)). Estas fábricas contaban con oficiales de formación técnica, adquirida en la EST y en otras universidades del país.

El funcionamiento de la Oficina de Planeamiento, conocida como “la Oficina”, puso de manifiesto los diferentes paradigmas con los que se planifican y gestionan las actividades de investigación y desarrollo respecto de las de producción. Esta diferencia hacía que el nuevo departamento funcionara, ordinariamente, en régimen de excepción, razón por la cual se consideró adecuado separarlo (Andreussi, 2005:37).

Por otra parte, el 2º Plan Quinquenal tenía entre sus objetivos el de *estimular las investigaciones científicas y experimentaciones con vistas a la producción o adquisición de efectos necesarios a las Fuerzas Armadas y organismos del Comando General del Interior* (Dick, 2005:25).

En dicho contexto, el entonces presidente de la Nación, General Juan Domingo Perón creó, en el ámbito del Ministerio de Defensa, el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (IICTFA) *para, como recogía el Decreto de carácter secreto N° 441 de fecha 14 de enero de 1954, realizar las investigaciones y desarrollos que sobre armas, materiales y elementos para las Fuerzas Armadas disponga en cada caso el Ministro de Defensa Nacional*. Al poco tiempo, el nuevo instituto modificó su acrónimo por otro de más fácil pronunciación: CITEFA (Dick, 2005:26).

⁵⁵ Uno de estos ingenieros extranjeros, contratados por el Gral. Savio, fue el coronel del ejército polaco Alejandro R. Czekalski, ingeniero en armamentos, que trabajó en el diseño y la construcción de un cañón sin retroceso, proyecto que había comenzado, en su exilio en Inglaterra, durante la guerra (Dick, 2005:27-28).

⁵⁶ En 1954, la copia de tecnología extranjera continuaba siendo el principal recurso utilizado para la producción de armamento: *meses después de su creación, el laboratorio de Armamentos (de CITEFA) recibió el requerimiento de copiar un fusil de asalto alemán, destinado a reemplazar al Mauser 1909* (Dick, 2005: 26).

2. Evolución de las capacidades científico-tecnológicas

El cimiento del trabajo de CITEFA fueron los laboratorios y grupos de investigación existentes en “la Oficina” de la D.G.F.M.: el Laboratorio de Armamentos (LABA), el de Electrónica y Comunicaciones (LBE) y el de Química y Metalurgia (LAB QUIM) (Dick, 2005:26).

Del “Laboratorio de Armamentos” (LABA) provienen las familias de cañones sin retroceso de calibres 75 mm y 105 mm, cohetes blancos de artillería y de aviación⁵⁷, munición de artillería, armas portátiles y granadas. En 1970, en el contexto del “Plan Europa”, este laboratorio se convirtió en el “Departamento Armamento Convencional” (DAC) y, en 1982, se subdividió en dos: “Departamento Sistemas de Armas” (DSA) y “Departamento Cabezas de Combate” (DCC) (CITEFA, 2005:99).

El “Departamento Sistemas de Armas (DSA)” toma su nombre del concepto “sistema de armas” que comprende el análisis del arma y su entorno operativo: municiones, transporte, operación, ingeniería y programas de cálculo asociados a su desempeño. Su misión es desarrollar, evaluar y perfeccionar los sistemas de armas convencionales que requieran las Fuerzas Armadas y prestar asesoramiento técnico en esta área.

De acuerdo con el Diagnóstico Institucional elaborado por el Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes, en el año 2000⁵⁸, el departamento estaba bien posicionado desde el punto de vista de su capacidad de respuesta a demandas militares: *su campo de actividad está referido a tecnologías sensitivas, caras y difíciles de conseguir, por lo que su contribución resulta importante para la capacidad operativa de las FFAA* (UNQ, 2000:70).

El “Departamento Cabezas de Combate (DCC)” tiene como misión analizar, diseñar, desarrollar y evaluar espoletas⁵⁹, elementos pirotécnicos, cabezas de combate y cargas explosivas de distintas características, como así también realizar investigación aplicada en estas áreas. Algunos de sus desarrollos son de aplicación dual, como las cargas explosivas utilizadas para perforación y corte de estructuras de hormigón y acero (CITEFA, 2005:61-62). El Informe UNQ (2000:64) señalaba que la buena capacidad técnica del

⁵⁷ En el uso militar, las municiones propulsadas se clasifican en:

- Cohete, munición propulsada no guiada;
- Torpedo, munición propulsada no guiada que viaja a través del agua.
- Misil, munición propulsada guiada que viaja a través del aire o del espacio.

⁵⁸ Este informe fue elaborado a solicitud del entonces Secretario de Planeamiento del Ministerio de Defensa, José María Lladós, durante la gestión de Ricardo López Murphy al frente de esa cartera. La coordinación del informe estuvo a cargo de Mario Albornoz y Darío Codner y fue facilitado a la autora por la Gerencia de Programación de CITEDEF. En adelante se cita como Informe UNQ, Informe IEC o (UNQ, 2000).

⁵⁹ En la terminología militar, y en sentido estricto, se denomina espoleta al dispositivo integrado en un proyectil que inicia la detonación de su carga después de ser disparado. Más genéricamente se utiliza para designar cualquier dispositivo que sirva de detonador.

departamento podría no estar aprovechada y que permitiría sinergias con otros departamentos de corte más científico.

En el antiguo “Laboratorio de Química y Metalurgia” (LAB QUIM) se desarrollaron propulsores para motores cohetes y proyectos como una canoa, un bote de asfalto de plástico reforzado, un modelo de refugio antártico, bombas incendiarias y minas, naftas gelificadas, resinas, pinturas conductoras, jabones antiempañantes, detonadores, etc. (Dick, 2005:26-27).

Con estos antecedentes, el actual “Departamento de Química Aplicada” tiene una fuerte presencia en el Instituto. Sus principales líneas de trabajo se encuentran en las áreas de propulsores homogéneos, propulsores compuestos, baterías térmicas para misiles y equipos militares, pirotecnia, ensayos de misiles en banco estático, síntesis química relacionada con pólvoras y propulsores. Además, es laboratorio de referencia, para América Latina, en el campo de no-proliferación de armas químicas y biológicas de destrucción masiva (UNQ, 2000: 68-69).

El actual “Departamento de Propulsión”, creado en la década de 1980, reúne actividades que se realizaban en los antiguos LABA y LAB QUIM. La misión del departamento es realizar diseños, desarrollos y evaluación de estructuras y materiales, estudios de aerodinámica y balística exterior de ingenios volantes, balística interior de motores cohetes, propulsores, generadores de gas de uso militar y civil, incluyendo sus sistemas de lanzamiento, disparo y balística terminal. Muchos de sus trabajos revisten el carácter “secreto”.

El departamento ha realizado numerosos proyectos por requerimiento de las tres fuerzas, y posibilitó importantes economías a través de la repotenciación de munición de uso reglamentario. Por ejemplo, *la Marina aprovechó mucho la repotenciación de misiles aire-aire (Magic), lo que supuso un ahorro importante para la fuerza* (Bracco, 2010)⁶⁰. El informe elaborado por el IEC, destacaba el papel estratégico del departamento en la conservación e incremento del nivel operativo de las FFAA, aunque también señalaba la infrautilización de sus capacidades (UNQ, 2000:68).

En el LABE, antecesor del “Departamento de Electrónica Aplicada”, se desarrolló, cuando aún dependía de la D.G.F.M., el primer televisor nacional de 17”. Se puede afirmar que, en las décadas del ‘50 y del ‘60, se realizaron allí las actividades de mayor nivel científico- tecnológico del país en el área de electrónica (CITEFA, 2005:70).

El Departamento actual está estructurado en base a seis divisiones: Antenas y Propagación, Telemetría y Seguimiento, Microelectrónica, Contramedidas Electrónicas, Técnicas Digitales y Laboratorio de ensayos de seguridad eléctrica (UNQ, 2000:64;

⁶⁰ El CN (R) Eduardo T. Bracco fue Director de Proyectos Navales de CITEFA en el periodo 1997-1998, con el grado de Capitán de Fragata.

CITEFA, 2005:70-72). Su principal debilidad era el envejecimiento de la planta por la transferencia del personal más joven al sector privado (UNQ, 2000:65-66).

El “Departamento de Visión Aplicada”, creado como tal en 1993, se remonta a la División Televisión del antiguo LABE, división que participó, en 1978, en la decisión sobre la norma para televisión color. Allí se realizaron diversos desarrollos como circuitos cerrados de TV y cámaras de TV con sensibilidad en el infrarrojo cercano. Más tarde, se hizo un prototipo de cámara de imagen térmica, con sensibilidad en el infrarrojo lejano, que proporcionaba imágenes de cualquier objeto que se encontrara a una temperatura mayor al “cero absoluto” y, también, desarrolló cámaras con detectores de estado sólido para el guiado de misiles. El nuevo departamento se creó con la misión de desarrollar sistemas y equipos de visión nocturna, cámaras de televisión especiales (incluyendo las de imagen térmica) y sistemas de control por imagen (CITEFA, 2005:108-110).

Junto a los Departamentos, hasta aquí mencionados, surgidos de los tres originales de la D.G.F.M., se encuentran otros, de investigación y desarrollo tecnológico, nacidos al compás de las demandas de las diferentes fuerzas o por iniciativa de los propios investigadores del instituto, con la finalidad de conservar y acrecentar las capacidades científicas y tecnológicas.

El “Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CEILAP)” nació, en 1965, bajo la denominación “Grupo Láser”, con el objetivo de investigar y desarrollar láseres de interés nacional. En 1980 pasó a ser centro conjunto con el CONICET y tomó su nombre actual. Se trata de un centro de I+D de referencia, a nivel internacional, con temas originales en sus diferentes líneas de investigación.

Entre los logros del CEILAP, se cuentan los primeros láseres sólidos bombeados por diodos realizados, en el país, con nuevas tecnologías de control de pulsos, láseres de CO₂, contribuciones al estudio de la tecnología de enriquecimiento isotópico - en 1979 se realizó la primera experiencia, unos tres años más tarde que en EEUU-, el desarrollo de lidares de retrodifusión -para medir la contaminación atmosférica- y aplicaciones de uso militar como: telémetro láser, giroscopo láser, sistemas de puntería láser, balizas y detonadores láser. En este laboratorio se desarrolló, también, el primer bisturí láser nacional. Además, ha contribuido a la formación de recursos humanos con un alto nivel de conocimientos. Sin embargo, el Informe UNQ (2000:58) indicaba que sus capacidades estaban subutilizadas, con baja transferencia de los conocimientos existentes, a pesar de tratarse de una tecnología con numerosas posibilidades de aplicación dual.

En el “Grupo de Física del Estado Sólido”, creado en 1966, se encuentra el origen del actual “Centro de Investigaciones en Sólidos (CINSO)”, que trabaja con el CONICET desde 1980 y que, en julio 2002, pasó a ser reconocido como centro de dependencia conjunta CITEFA - CONICET. Sus líneas de trabajo abarcan semiconductores, materiales de conducción iónica y nanomateriales.

Si bien el grupo demostraba tener un buen nivel científico y los temas de investigación -con muchos aspectos de investigación básica- se relacionaban con las fronteras del conocimiento, sus capacidades no habían sido demandadas por las Fuerzas Armadas y el sector privado sólo había requerido servicios (UNQ, 2000:61).

En el marco del “Programa de No Proliferación de Armas de destrucción masiva Químicas, Biológicas y Nucleares” (QBN), y ante la posibilidad de una emergencia química, accidental o intencional, se creó, en 1972, el “Departamento de Investigaciones Toxicológicas (CEITOX)” (CITEFA, 2005:105). Este Departamento pasó por diversas etapas y, en 1980, se constituyó en centro del CONICET. Sus investigaciones fueron alejando de las temáticas militares⁶¹ (UNQ, 2000:55).

También en el ámbito del “Programa de No Proliferación de Armas de destrucción masiva Químicas, Biológicas y Nucleares” (QBN) se constituyó, en 1977, el “Departamento de Plagas e Insecticidas (CIPEIN)”, cuyos antecedentes se remontan al Grupo de Química Orgánica de CITEFA (CITEFA, 2005:83-85). En 1980 pasó a ser centro del CONICET y, como en el caso del CEITOX, sus líneas de investigación, se alejaron de los intereses militares⁶².

El “Departamento de Control, Guiado y Simulación” surgió, a finales de 1987, a partir de personal técnico y profesional proveniente de diferentes proyectos tecnológicos demandados por EA, ARA y FAA (CITEFA, 2005: 65-66). Este departamento participó en proyectos militares relevantes como el desarrollo del misil aire-superficie Martín Pescador, misil antitanque, detectores infrarrojos, giróscopos y acelerómetros, actuadores de guiado, sistemas de control y otros componentes. Aunque su fortaleza principal se encuentra en el área de guiado, la falta de demanda de este tipo de armamento y dispositivos, por parte de las FFAA, llevó a desarrollar, desde mediados de la década del 90, sistemas de simulación para entrenamiento militar (UNQ, 2000:72).

En 1993, se creó el “Departamento de Ciencia y Técnica de los Materiales”, con la finalidad de centralizar el estudio de materiales y la realización de ensayos físicos y mecánicos (CITEFA, 2005: 63). En 1997, recibió varios investigadores procedentes del “Departamento de Investigaciones en Corrosión (DEICOR)”⁶³. Sus principales líneas de trabajo consisten en desarrollos de materiales inteligentes y blindajes cerámicos y refractarios. De acuerdo con el Informe UNQ, este departamento, estratégico desde el

⁶¹ Entre sus líneas de investigación se encontraban: fundamentos de toxicología, efectos de los fármacos empleados en mal de Chagas, efectos del consumo excesivo de alcohol, carcinogénesis química ambiental, etc. (CITEFA, 2005:105-108).

⁶² Principales líneas de investigación: control de insectos plaga como vinchuca, piojo, mosca de los cuernos, mosquito vector del dengue (CITEFA, 2005:83-85).

⁶³ Las investigaciones sobre los efectos de la corrosión en diferentes metales y aleaciones realizadas en el LAB QUIM dieron origen, en 1968, al “Departamento de Investigaciones en Corrosión (DEICOR)”. En 1980, mediante un acuerdo con el CONICET, se constituyó en Programa de dicha institución. La elevada participación del desarrollo tecnológico y los servicios a la industria, dentro de sus actividades, lo llevaron a perder su condición de Programa del CONICET (UNQ, 2000: 53) y finalmente fue desactivado.

punto de vista temático, estaba subutilizado, tanto por los otros departamentos como por agentes externos (UNQ, 2000:52).

El más joven de los laboratorios de CITEFA fue creado en 2004 y se trata del “Laboratorio de Seguridad Informática” (CITEFA, 2005:77). Desarrolló software de gestión para el EA y trabajos de seguridad informática de aplicación militar, pero la falta de personal limitaba sus posibilidades a pesar de contar con una buena base técnica (UNQ, 2000:66-67).

La enumeración de las áreas de competencia descriptas, demuestra la amplitud y variedad de capacidades del organismo: sistemas de armas y municiones convencionales, sistemas de armas de cohetes y misiles, sistemas electrónicos (navegación, comando y control), visión nocturna y optoelectrónica, simuladores, radares, química aplicada y explosivos, nuevos materiales, láseres, sensores, medio ambiente⁶⁴.

En 2011, mediante un acuerdo entre el Ministerio de Defensa y el CONICET, fue creada, como unidad ejecutora del último, la Unidad de Investigación y Desarrollo Estratégicos para la Defensa (UNIDEF). Integran UNIDEF cuatro centros de CITEFA - CEILAP, CINSO, CIPEIN y CEITOX-, el Instituto Universitario Aeronáutico (IUA) y el Servicio Naval de Investigación y Desarrollo (SENID).

3. Recursos Humanos

Históricamente, la planta de CITEFA ha variado entre 500 y 600 agentes pertenecientes a diferentes regímenes. Como se observa en el Cuadro 3.1, no ha habido cambios significativos en la composición del personal a lo largo del periodo 2000-2007.

Cuadro 3.1. Personal CITEFA. Periodo 2000-2007

Régimen	2000		2001		2002		2003	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Personal militar en actividad	43	7%	45	8%	44	8%	45	8%
Personal del RPIDFA ⁶⁵	357	60%	354	65%	347	65%	329	60%
Personal del SINAPA ⁶⁶	113	19%	100	18%	99	19%	99	18%
Personal CONICET	30	5%	24	4%	22	4%	24	4%
Becarios	57	10%	22	4%	23	4%	52	9%
Total	600		545		535		549	

Régimen	2004		2005		2006		2007	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%

⁶⁴ La publicación “CITEFA 50 años” recoge con detalle de capacidades presentes en CITEFA a los cincuenta años de su creación (1954-2004) (CITEFA, 2005: 125-132).

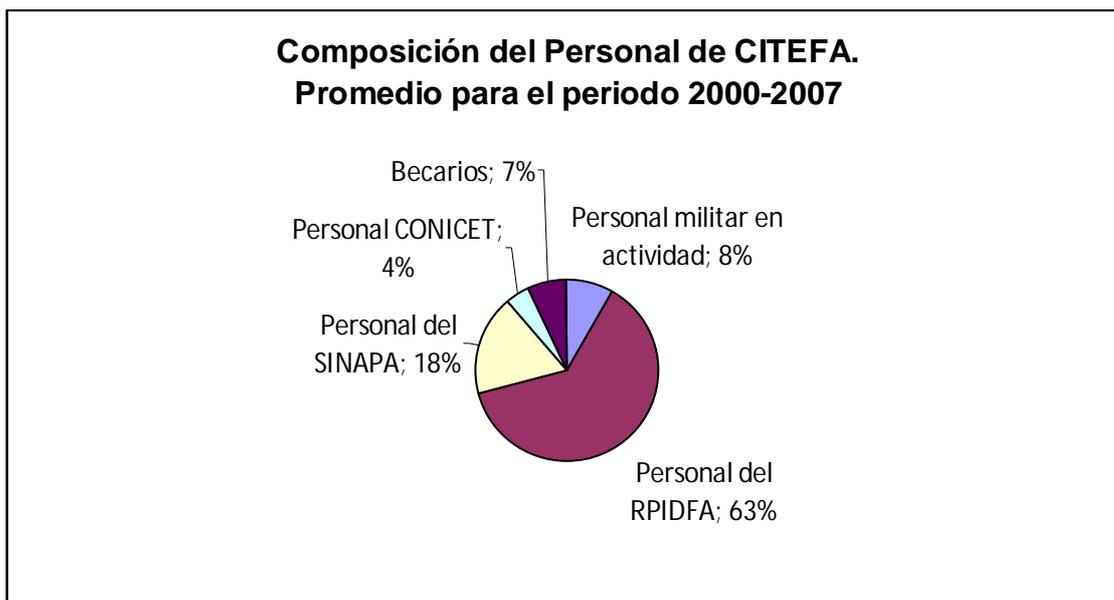
⁶⁵ RPIDFA: Régimen de Personal de Investigación y Desarrollo de las Fuerzas Armadas

⁶⁶ SINAPA: Sistema Nacional de la Profesión Administrativa

Personal militar en actividad	43	8%	52	10%	52	10%	42	8%
Personal del RPIDFA	338	63%	350	65%	334	61%	331	61%
Personal del SINAPA	96	18%	94	18%	93	17%	91	17%
Personal CONICET	21	4%	22	4%	21	4%	21	4%
Becarios	37	7%	18	3%	44	8%	55	10%
Total	535		536		544		540	

Fuente: Elaboración propia en base a Informe UNQ (2000) y Memorias CITEFA 2001-2007.

Gráfico 3.1



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Cuadro 3.1

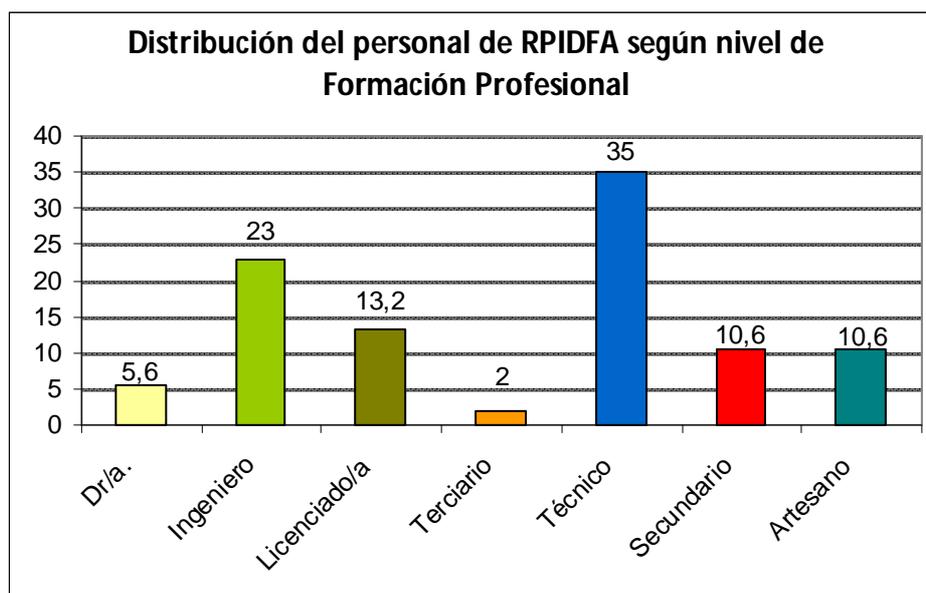
El Gráfico 3.2 presenta la composición del personal perteneciente al RPIDFA según el nivel de formación profesional para el año 2000. A partir del tipo de formación se estima que el 43,8 % está compuesto por investigadores (desde doctores hasta nivel terciario)⁶⁷, el 45,6 % por personal técnico de apoyo en CyT (técnicos y artesanos)⁶⁸ y el 10,6 % por personal de apoyo en CyT (nivel secundario)⁶⁹.

⁶⁷ Investigador (personal científico-tecnólogo en I+D) es la persona que trabaja en la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas y en la gestión de los respectivos proyectos. Incluye al personal superior que desarrolla actividades de planificación y gestión de los aspectos científicos y técnicos del trabajo de los investigadores (Argentina, 2002: 151).

⁶⁸ Personal técnico de apoyo en CyT es la persona cuyo trabajo requiere conocimiento y experiencia de naturaleza técnica en uno o varios campos del saber. Ejecutan sus tareas bajo la supervisión de un investigador (Argentina, 2002: 151).

⁶⁹ Personal de apoyo en CyT es la persona que colabora en servicios de apoyo a las actividades de CyT tales como personal de oficina, operarios, etc. Esta categoría incluye a gerentes y administradores que se ocupan de problemas financieros, de personal, etc., siempre que sus actividades se relacionen con la CyT (Argentina, 2002: 151).

Gráfico 3. 2. Personal RPIDFA. Año 2000.



Fuente: Informe UNQ (2000: 44)

Respecto del personal militar del año 2000, se estima que el 50 % estaba dedicado a tareas de investigación y el otro 50% en el área de Gerencia General. El personal del SINAPA se desempeña, principalmente en el área administrativa y de servicios del Instituto (UNQ, 2000: 43) por tanto puede ser considerado personal de apoyo.

En cuanto al personal perteneciente al régimen del CONICET se estima que el 90% pertenecían a la carrera de investigador y un 10 % personal de apoyo.

Aplicando los coeficientes utilizados por la Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Argentina, 2002: 26) para calcular el número de personas equivalentes a jornada completa (EJC) en los organismos públicos de CyT, se obtiene la composición aproximada del personal para el año 2000⁷⁰ (Véase Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Composición del personal de CITEFA versus media correspondiente al sistema de organismos públicos de CyT para el año 2000

	Organismos Públicos de CyT - Año 2001		CITEFA - Año 2000	
	Total	%	Total	%
Investigadores EJC	6.603	38%	205	34%
Becarios EJC	2.829	16%	57	10%
Personal técnico I+D	4.057	23%	163	27%
Personal de Apoyo I+D	3.906	22%	175	29%
TOTAL	17.395	100%	600	100%

⁷⁰ Se realizó la estimación para el año 2000 por no presentar cambios significativos en la composición del personal en el periodo 2000-2007 y se dispuso del detalle de la composición del personal del RPIDFA para ese año, a través del Informe UNQ (2000).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Cuadro 3.1 y Argentina (2002: 57).

El Cuadro 3.2 muestra una menor proporción de personas dedicadas a la I+D en CITEFA con relación al conjunto de organismos públicos de CyT. La mayor presencia de personal técnico se podría explicar por la presencia e importancia del taller de prototipos.

La información del Gráfico 3.2 permite efectuar la comparación del nivel de titulación del personal del RPDIFA con el correspondiente al sistema de organismos públicos de CyT del año 2001⁷¹. En el Cuadro 3.3 se aprecia un déficit en el nivel de titulación del personal RPDIFA, aunque es oportuno aclarar la fuerte presencia de ingenieros en el grado universitario, considerado título máximo hasta la década del 90.

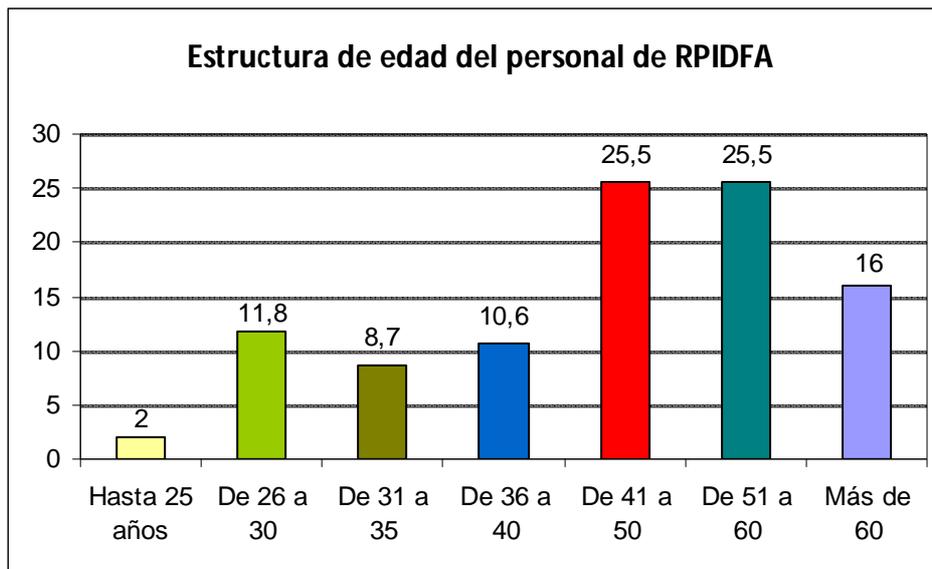
Cuadro 3.3. Grado académico personal RPDIFA versus media Organismos Públicos de CyT

Grado Académico	Organismos Públicos CyT 2001		RPDIFA 2000	
	Total	%	Total	%
Universitario	2.730	39,7%	129	82,6%
Maestría	570	8,3%		
Doctorado	3.350	48,8%	20	12,8%
Otros	219	3,2%	7	4,6%
TOTAL	6.869	100%	156	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos Gráfico 3.2 y Argentina (2002: 75).

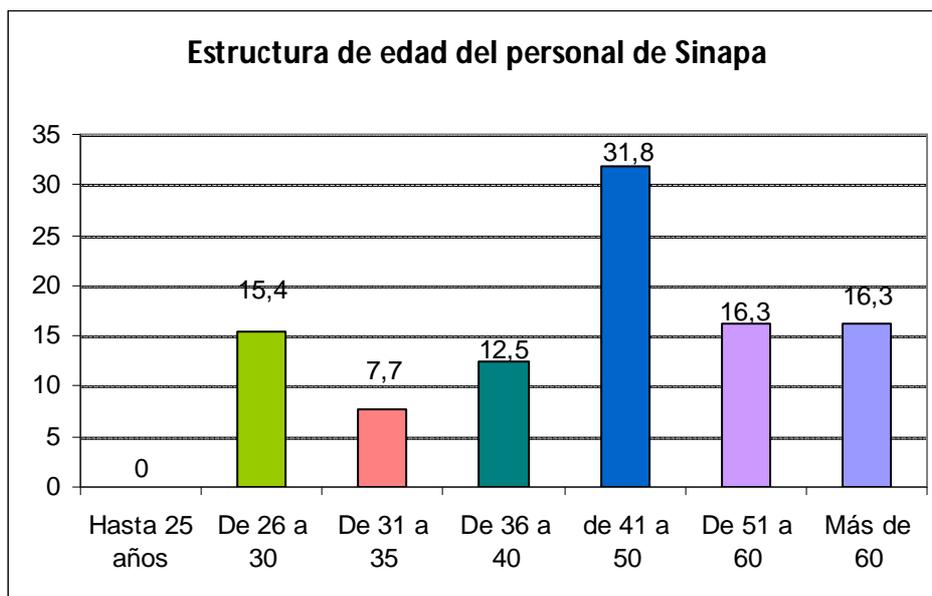
Gráfico 3.3. Datos correspondientes al año 2000

⁷¹ Se compara con año 2001 por ser la información a la que se pudo acceder y estimarla válida por presentar cambios poco significativos respecto del año 2000: el total de investigadores (EJC) año 2000 fue de 6.801 y para 2001, 6.869 (Argentina, 2002: 75).



Fuente: Informe UNQ (2000)

Gráfico 3.4. Datos correspondientes al año 2000



Fuente: Informe UNQ (2000)

Los Gráficos 3.3 y 3.4 permiten observar un envejecimiento de la planta de personal, más acentuada en el RPIDFA.

4. Génesis del organismo: de la Oficina de Planeamiento de la D.G.F.M. a CITEFA.

De acuerdo con Oszlak, la génesis y la inserción de un organismo de ciencia y tecnología del sector público son claves a la hora de arrojar luz sobre su actual patrón de comportamiento:

Los factores que confluyen en la decisión de crear un nuevo organismo de CyT; los factores que le otorgan un determinado status institucional y las modalidades de inserción del nuevo organismo en la red institucional preexistente, observando el tipo de interdependencias jerárquicas, funcionales y presupuestarias que establece con elementos de su contexto operativo; son la fuente de la que emerge la estrategia de desarrollo organizacional empleada, en términos de expansión, diferenciación, integración, búsqueda de apoyos y actitud hacia el conflicto y la incertidumbre (Oszlak 1976, 62).

Uno de “los factores que confluyen en la decisión de crear” CITEFA⁷², ha sido señalado en el capítulo anterior: la creación, a mediados del siglo pasado, de una serie de institutos de ciencia y tecnología para resolver problemas locales, específicos, de la industria, el agro, la energía o la defensa (Hurtado & Mallo, 2010). Otro factor fue presentado al comienzo del presente capítulo: la necesidad de separar las actividades de producción de la D.G.F.M. de las de I+D.

Las fábricas militares, desde su creación -las más antiguas a finales del siglo XIX- y durante la Segunda Guerra Mundial *estaban orientadas a productos en los que la tecnología era más o menos accesible: fabricaban siempre el mismo vehículo, el mismo cañón, las mismas cosas. Pero, después de la guerra, en las fábricas había muchos oficiales y se dijeron: “no, hay que mejorar, hay que empezar a tener investigación para generar nuevos productos”* (Quel, 2010 a).

La fabricación bajo licencia o en base a tecnologías maduras, en las que consistía la operación de las fábricas militares, se apoya en una estrategia de “excelencia operacional”, consistente en proveer al cliente productos y servicios fiables a un precio competitivo (Treacy & Wieserma, 1995:31).

Los oficiales ingenieros militares (OIM) encontraron la cultura organizacional, propia de la milicia, muy a propósito para la estrategia de excelencia operacional. Esta estrategia se basa en operaciones estandarizadas, simples, rutinarias, controladas y planeadas desde la cúspide, con pocas decisiones dejadas a la discreción de la línea; sistemas de información integrados que priorizan la fiabilidad, la rapidez y el apego a las normas, permitiendo un estrecho control de toda la operación y de sus resultados; la primacía del trabajo en equipo, donde cada uno conoce el plan de batalla y las reglas de juego (Treacy & Wieserma, 1995: 47-60).

⁷² *Si bien son muchos los factores (...), son en general las condiciones contextuales vigentes en cada coyuntura histórica las que fijan parámetros y plantean exigencias que intervienen como marco de referencia y elemento inductor de la decisión (Oszlak, 1976: 44). El enfoque sugerido por Oszlak es congruente con una perspectiva macro como la implícita en el concepto SNI.*

Las características mencionadas dan lugar a una cultura rígida, uniforme desde la cima de la pirámide hasta la base, enfocada en la eficiencia, el orden y el respeto a los procesos, con un estilo personal orientado a las cosas. Expresiones que ilustran esta cultura son: “lo importante no es quien es usted sino lo que la organización hará de usted”, “hágalo una vez y de un sola manera” (Treacy & Wieserma, 1995: 51, 57).

La estrategia de excelencia operacional, dependiente de la estandarización del proceso de trabajo, da lugar a la *organización máquina* (Mintzberg, 1993:387). Allí no se buscan espíritus libres, sino la formalización del comportamiento a través del adoctrinamiento (Treacy & Wieserma, 1995:51; Mintzberg, 1993:376). Tanto el adoctrinamiento como la estandarización de los procesos facilitan el entrenamiento, fuertemente apoyado en la rotación del personal, de modo semejante a como la estandarización de productos permite la “intercambiabilidad” de los dispositivos (Savio, 1974(1944):400-401).

En los ejércitos, la rotación, es un medio de formación y entrenamiento, que permite contar con una base amplia de oficiales con experiencia en la conducción. De este modo, se pueden hacer los reemplazos necesarios de modo rápido y eficaz. El entrenamiento, además, es la base de la disciplina y el arrojo: *lo novedoso y repentino atemoriza a los ejércitos; lo conocido y progresivo los sobresaltan poco* (Maquiavelo, 2002 (1521): 157). A su vez, una alta rotación, en las más altas jerarquías de la pirámide, dota a la organización de estabilidad: no se consolidan los liderazgos necesarios para rediseñar procesos que impliquen cambios en la estructura de poder o transformación de la cultura organizacional, principal inductora del comportamiento⁷³: “cambiemos para que nada cambie”, lo resume el dicho popular.

Ahora bien, es conveniente examinar las diferencias existentes entre la dinámica propia de la excelencia operativa, objetivo de las fábricas militares, y las de las actividades de I+D que dieron lugar a la creación de CITEFA como organismo para realizar investigación aplicada y desarrollo de nuevos productos.

El ambiente propicio para las actividades de I+D comparte características de dos tipos de organizaciones, la “profesional” y la “innovadora” (Mintzberg, 1993: 387-390). En ellas, el poder reside en los profesionales altamente capacitados y especializados –técnicos, ingenieros, científicos-, características que la hacen dramáticamente distinta de la “organización máquina”.

Para la innovación, los principales retos consisten en identificar los proyectos a los cuáles asignar el talento y los recursos disponibles: *el “qué” hacer es mucho más difícil que el “cómo” hacerlo. El “cómo”: si uno se mete en un tema que maneja lo termina*

⁷³ Maquiavelo basaba la recomendación de una alta rotación de los jefes militares en razones políticas: *hay que disponer las cosas de manera que cada año los jefes cambien de destino, porque el mando permanente sobre los mismos hombres crea entre ellos una fuerte unión que muy bien puede perjudicar al propio gobernante. El reino asirio y el imperio romano ejemplifican perfectamente la utilidad de tales traslados, y el perjuicio que han causado a quienes no los han practicado* (Maquiavelo, 2002 (1521): 36).

resolviendo, pero el "qué" es muy difícil de resolver (Quel, 2010, (a)); proponer desafíos para motivar al personal, dar oportunidades de crecimiento y retener el talento: obviamente, los sueldos que pagamos, comparados con los de países de Europa y de los Estados Unidos, son muy inferiores y la razón por la que la gente se queda es porque proponemos desafíos⁷⁴ (Noro 2008), el laboratorio debe tener un poder de convocatoria científico-tecnológica adecuado, a través de temas de trabajo atractivos, que sean un incentivo intelectual para el investigador (Quel, 2010, (a)); generar un ambiente de libertad que estimule la imaginación, y crear una visión clara y compartida de los resultados a obtener: a mí me gusta discutir con mis propios colegas. Yo acá discuto mucho todos los proyectos, no es una decisión que la tomo porque a la mañana se me ocurre el tema, sino que se propone algo, uno dice que no, otro dice que sí, discutimos, discutimos y, finalmente, se trata de tomar una decisión (Quel, 2010, (b)), (Treacy & Wieserma, 1995: 83-96).

Quedan así expuestas las principales diferencias existentes entre una organización cuyo objetivo es la fabricación de productos estandarizados –las fábricas militares- y una organización cuya misión es el desarrollo de nuevos productos – CITEFA-. A continuación, se tratan algunas consecuencias derivadas de dichas diferencias.

5. Inserción institucional del organismo

A pesar de las diferencias organizacionales, la jerarquía y la cultura militar efectivas en la D.G.F.M., se trasladaron acríticamente a CITEFA, resultando ajenas a los investigadores: *no podemos manejarnos con dogmas, "hay que hacer esto, hay que hacer lo otro", ¿con qué gente?, ¿cuál es el objetivo?, ¿hacer un equipo?, ¿para qué?, ¿para abastecer, para pasarlo a una empresa?, no se puede transformar esto en una fábrica (Quel, 2010 (a)).*

En condiciones poco adecuadas para el trabajo de I+D: *horarios bastantes difíciles de cumplir: de 7.00 a 13.30 y después todo el mundo libre. Son horarios extraños para lo que puede ser la actividad intelectual, y con recursos relativamente escasos (Quel, 2010 (a)).*

Con una estructura de autoridad conflictiva, considerando que, en la comunidad científica, la autoridad proviene del conocimiento y no del cargo o puesto que se ocupe: *desde el punto de vista intelectual, que es lo que vale acá, no fue bueno que los jefes de proyecto fueran oficiales de ejército recién graduados, porque acá no valen los galones, porque si uno, con todos los galones, mira un misil desarmado sobre la mesa, no lo va a armar bien por más galones que tenga. Se va a armar si se pone el conocimiento adecuado, para lo cual hay que formar personal (Quel, 2010, (b)).*

⁷⁴ Testimonio de Héctor Otheguy, gerente de INVAP.

En la década del '40, el físico Enrique Gaviola argumentaba a Savio su oposición al control de las FFAA sobre la investigación militar, señalando la incompatibilidad de culturas existente, entre ambas actividades:

la base del entrenamiento militar es la disciplina; la base del entrenamiento científico es la rebeldía intelectual, la insatisfacción con las teorías y métodos existentes, el rechazo de la autoridad jerárquica en lo científico o técnico; la organización militar acostumbra a rodear de secreto sus actividades, para un desarrollo sano en la ciencia y en la técnica es indispensable la libre discusión y la libre publicación de los resultados, descubrimientos de valor técnico pueden ser patentados y, enseguida, publicados (Gaviola, 1946)⁷⁵.

Sin embargo, en la segunda mitad de la década del '40, contra la opinión de algunos de sus cuadros con mayor capacitación técnica⁷⁶, los sectores más influyentes de las Fuerzas Armadas pusieron como requisito tener el control sobre la investigación científica y tecnológica de aplicación militar⁷⁷ (Ortiz, 1994:36-37).

Resultó así, que la dirección y la gestión de CITEFA quedó en manos de oficiales en actividad y en un contexto militar. Un oficial retirado expresaba que *CITEFA fue concebido, por Perón, para hacer investigación y desarrollo para las FFAA y siempre tuvo militares porque hay que entender para qué se usan las cosas*, y concluía: *la desmilitarización de CITEFA es la desnaturalización de CITEFA*⁷⁸. El oficial denominaba “desmilitarización” del organismo al hecho de que estuviese conducido por funcionarios civiles del Ministerio de Defensa.

Se podría afirmar, entonces, que si bien la inserción formal de CITEFA era en el Ministerio de Defensa, su inserción real fue en el Ejército. Los siguientes testimonios apoyan esta hipótesis: *lo primero que me encontré cuando asumí fue una gran sensación de “ajenidad” (sic). Cualquiera persona de CITEDEF con la que hablaba se refería a “los de Defensa” como si el Instituto no formara parte del Ministerio. (...) La mayoría de las personas que estaban acá hablaban autoexcluyéndose, como si no pertenecieran (Vensentini, 2010)⁷⁹*; el Gral. Sevilla comentaba que ,con ocasión de la apertura del Observatorio Lidar en Río Gallegos, proyecto llevado por el CEILAP, *estuve conversando con el Ministro Pampuro que me dijo “yo estaba confundido con CITEFA” y nos aumentó el presupuesto. Desde entonces, cuando voy al Ministerio de Defensa y hablo de CITEFA*

⁷⁵ Citado en Mariscotti (2004:63). La publicación de algunos hallazgos en el campo de la I+D militar no siempre son publicables por motivos estratégicos y de seguridad.

⁷⁶ Por ejemplo, Savio, con ocasión del proyecto en torno a la creación de un “Instituto Nacional de Investigaciones”, que suscitara el comentario de Gaviola citado en este trabajo, proponía que se tratara de un ente autárquico, aún cuando dependiera del Ministerio de Guerra (Mariscotti, 2004:62-64).

⁷⁷ Esta postura podría tener su origen en el modo en que se organizó la I+D militar en EEUU durante la guerra (Thorpe & Shapin, 2000:546).

⁷⁸ La fuente solicitó reserva a la autora, sin embargo, no se trata de una opinión aislada, sino que es compartida por otros cuadros.

⁷⁹ Vensentini se desempeña como Coordinador en CITEDEF.

pienso: ¿qué imagen tiene de CITEFA la persona con la que estoy hablando? (Sevilla, 2010 (a)).

Ahora bien, las tres Fuerzas Armadas no tuvieron el mismo peso dentro del organismo: nosotros (por la Marina) también estamos (en CITEFA) pero la maneja el Ejército (Bracco, 2010; UNQ, 2000:11). Recién, en 1966, es nombrado presidente un oficial de la Marina y, sólo a partir de 2009, esa posición es ocupada por un funcionario civil del Ministerio de Defensa. Al considerar la procedencia de los presidentes de CITEFA, en el periodo 1954 – 2009, se cuentan veinte oficiales del Ejército, frente a cuatro de la Armada y cinco de la Fuerza Aérea, todos en actividad (Véase Cuadro 3.9). La inserción en el Ejército, también tuvo consecuencias en el tipo de relaciones que el organismo estableció con las otras fuerzas, aspecto tratado en el n. 7 de este capítulo.

La disponibilidad de recursos que tuvo CITEFA fue más modesta respecto de otros organismos de ciencia y tecnología, por ejemplo la CNEA que también estuvo en la órbita militar. Dentro del gasto en I+D del país⁸⁰, el porcentaje destinado a la defensa es el más bajo entre los diferentes campos de aplicación: en el año 2001, cuando alcanzó uno de sus participaciones más elevadas, representó el 1%, seguido de “desarrollo de infraestructura” con el 2 %, “espacio civil” con el 2,7 % y “producción y utilización racional de la energía” con el 3,1 % (Argentina, 2002: 51). También en la cantidad de investigadores ocupa el último lugar con el 0,6 %⁸¹, como muestra el Cuadro 3.4. Este hecho no se puede atribuir sólo a factores, estratégicos y políticos ajenos a las Fuerzas Armadas, sino también, al lugar otorgado por éstas al desarrollo tecnológico local: *en los hechos, la conducción de las Fuerzas Armadas ha privilegiado la compra sobre el desarrollo local* (Bracco, 2010).

Cuadro 3.4. Gasto y RRHH correspondiente a I+D para la Defensa

Año	GASTO (%)			RRHH (investigadores) (%)
	I+D/ PBI	I+D Defensa / G I+D	I+D Defensa / PBI	Inv.Defensa / Total Inv.
2001	0,48	1	0,0048	0,6
2002	0,44	1	0,0044	0,5
2003	0,46	0,62	0,0029	0,7
2004	0,49	0,56	0,0027	0,7
2005	0,53	1,2	0,0064	0,6
2006	0,58	1,11	0,0064	0,5
2007	0,61	0,51	0,0031	0,56
2008	0,61	0,43	0,0026	0,46
2009	0,67	0,43	0,0029	0,57
2010	0,7	s/d	s/d	s/d

⁸⁰ Año 2001: Gasto I+D / PBI = 0,42 % (Argentina, 2002: 41)

⁸¹ Total de investigadores (JC y JP) en el campo de la defensa: 206 (Argentina, 2002: 63).

Fuente: Elaboración propia en base a Indicadores en Ciencia y Tecnología elaborados por el Ministerio en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Cuadro 3.5. Participación de la I+D para la defensa en la I+D con financiamiento público

	G I+D defensa / G I+D publica			
	1989	1991	1993 ⁸²	
Holanda	2,9	3,5	3,5	La más baja
Australia	11,2	9,7	8,5	
España	19,1	16,8	12,5	
EEUU	65,5	59,7	59	La más alta
Total OECD	42	37,3	35,9	

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos Kaldor et al. (1998)

De los doce objetivos socioeconómicos utilizados para la elaboración de los indicadores en ciencia y tecnología⁸³, defensa es el que tiene los ratios más bajos en el periodo 2001-2010. Si se compara con la inversión realizada por los países de la OCDE (véase Cuadro 3.5) la baja participación de la I+D para la defensa es aún más notoria.

6. Aspectos económicos y financieros

Los ingresos de CITEFA están compuestos por:

Recursos del Tesoro: fondos asignados a CITEFA en forma directa para desarrollar actividades en el marco del Programa de Desarrollo Tecnológico para la Defensa.

Recursos de Afectación Específica (RAE): fondos asignados por las FFAA, procedentes también del Tesoro, pero derivados por las Fuerzas a CITEFA como contrapartida de proyectos y servicios específicos de interés para ellas.

Servicios a Terceros⁸⁴ y Subsidios, los ingresos totales por estos dos conceptos no superan el 5 – 6% del presupuesto total del organismo.

⁸² Si bien la participación de la inversión en I+D para la defensa a nivel mundial tiene una tendencia decreciente y, por lo tanto, en la actualidad sea inferior a la presentada en el Cuadro 4.5, la información es pertinente a los fines de efectuar una comparación con la inversión nacional.

⁸³ Clasificación recomendada por el manual de Frascati. De acuerdo con el manual, la investigación civil financiada por los ministerios de defensa, por ejemplo, en lo relativo a meteorología, telecomunicaciones y sanidad debe clasificarse en los objetivos socioeconómicos correspondientes.

⁸⁴ Entre las instituciones y empresas que en los últimos años han demandado servicios merecen mencionarse: Acindar, ADEFA, Banco Ciudad de Buenos Aires, Banco Tokio, BGH,

En el Cuadro 3.6 se observa que en el periodo 1993-2008 la mediana de los ingresos procedentes de las FFAA, principal cliente del organismo, es 7%.

Cuadro 3.6. Gasto en I+D para la Defensa (en miles de pesos corrientes).
Periodo 1993-2010

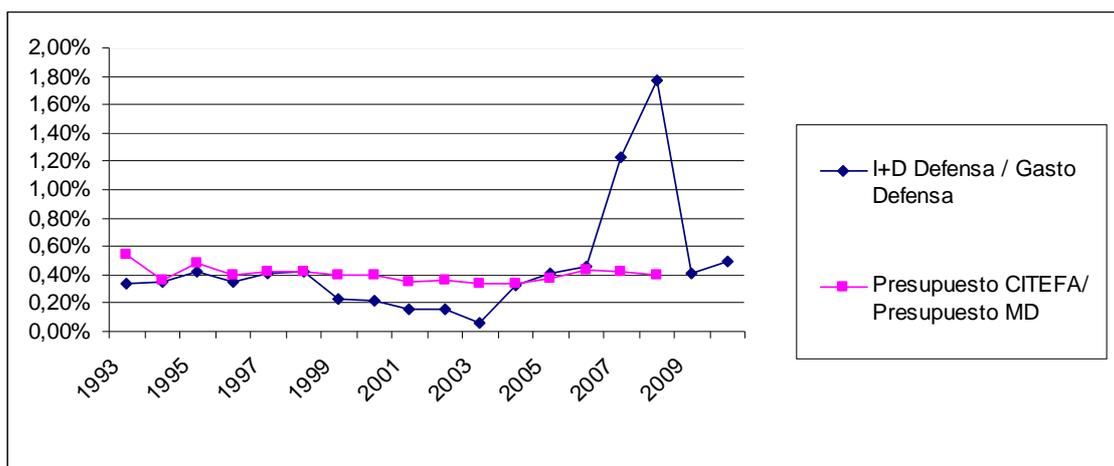
Año	Ministerio de Defensa (MD)			CITEFA. Ingresos				CITEFA/MD
	Total MD	CyT Defensa	CyT/MD	Tesoro Nac.	RAE	Total	RAE/Total	
1993	3.920.350	13.317	0,34%	12.341	8.685	21.026	41,31%	0,54%
1994	4.637.802	16.240	0,35%	15.887	1.133	17.020	6,66%	0,37%
1995	4.565.470	19.062	0,42%	18.406	3.783	22.189	17,05%	0,49%
1996	4.515.260	15.645	0,35%	15.921	1.779	17.700	10,05%	0,39%
1997	3.597.185	14.652	0,41%	13.806	1.318	15.124	8,71%	0,42%
1998	3.614.603	15.176	0,42%	14.347	1.035	15.382	6,73%	0,43%
1999	3.668.615	8.542	0,23%	13.739	815	14.554	5,60%	0,40%
2000	3.522.069	7.650	0,22%	13.903		13.903	0,00%	0,39%
2001	3.428.337	5.549	0,16%	11.758	35	11.796	0,30%	0,34%
2002	3.668.557	5.791	0,16%	12.347	884	13.231	6,68%	0,36%
2003	4.373.080	2.752	0,06%	13.820	1.063	14.883	7,14%	0,34%
2004	4.718.610	15.326	0,32%	14.961	727	15.688	4,63%	0,33%
2005	5.324.019	22.054	0,41%	17.535	2.521	20.056	12,57%	0,38%
2006	6.018.324	27.505	0,46%	25.808	643	26.450	2,43%	0,44%
2007	7.420.935	91.014	1,23%	31.179	212	31.392	0,68%	0,42%
2008	9.096.632	161.440	1,77%	35.457	438	35.895	1,22%	0,39%
2009	11.391.296	46.082	0,40%	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
2010	13.791.797	68.808	0,50%	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Contaduría General de la Nación y Memorias CITEFA 2001-2007

El Grafico 3.5 muestra una débil variación de la participación de CITEFA en el presupuesto del Ministerio de Defensa (MD) mientras que el gasto en desarrollo tecnológico para la defensa ha tenido un comportamiento más errático.

Gráfico 3.5. Evolución del presupuesto de I+D (MD) y de CITEFA.
Periodo 1993-2010

Ford Motors, INVAP, Mahler, Marby, Miniphone, Sevel, Sony, Techint, Telecom – Personal y Xerox, así como Fabricaciones Militares, CONAE y el Instituto Roffo (UNQ, 2000: 77).



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Cuadro 3.6

En el Cuadro 3.7 se presenta la composición de los egresos de CITEFA en el periodo 1996-2007. Con respecto a la misma el informe UNQ señalaba que *si se lo compara con otros organismos del sistema científico y tecnológico, la participación de las erogaciones en personal en el presupuesto de CITEFA es de las más altas. Por ejemplo, el presupuesto del CONICET en 1998 destinaba 69% a gastos de personal, INTA el 76%, INTI el 55%, CNEA el 64% y el Plan Antártico el 66% (UNQ, 2000:79)*. En el Cuadro 3.8 y el Gráfico 3.6 se compara la composición del gasto de CITEFA con la agregada del sistema de I+D nacional para el periodo 2001-2007. A lo largo de todo el periodo –excepto año 2006- la participación del rubro personal es superior a la del sistema y, en todos los ejercicios, supera el 70% del presupuesto del organismo.

Cuadro 3.7. Composición de los gastos de CITEFA.
Periodo 1996-2007

Año	Personal	Bienes de Consumo	Servicios no Personales	Bienes de Uso
1996	72%	6%	12%	10%
1997	77%	7%	10%	6%
1998	76%	8%	11%	5%
1999	78%	6%	13%	3%
2000	84%	3%	11%	2%
2001	89%	2%	9%	0%
2002	89%	2%	9%	0%
2003	90%	2%	8%	0%
2004	88%	3%	9%	0%
2005	78%	7%	11%	4%
2006	73%	6%	12%	9%
2007	81%	6%	12%	1%

Fuente: Elaboración propia con datos de UNQ (2000:80) y Memorias CITEFA 2001-2007

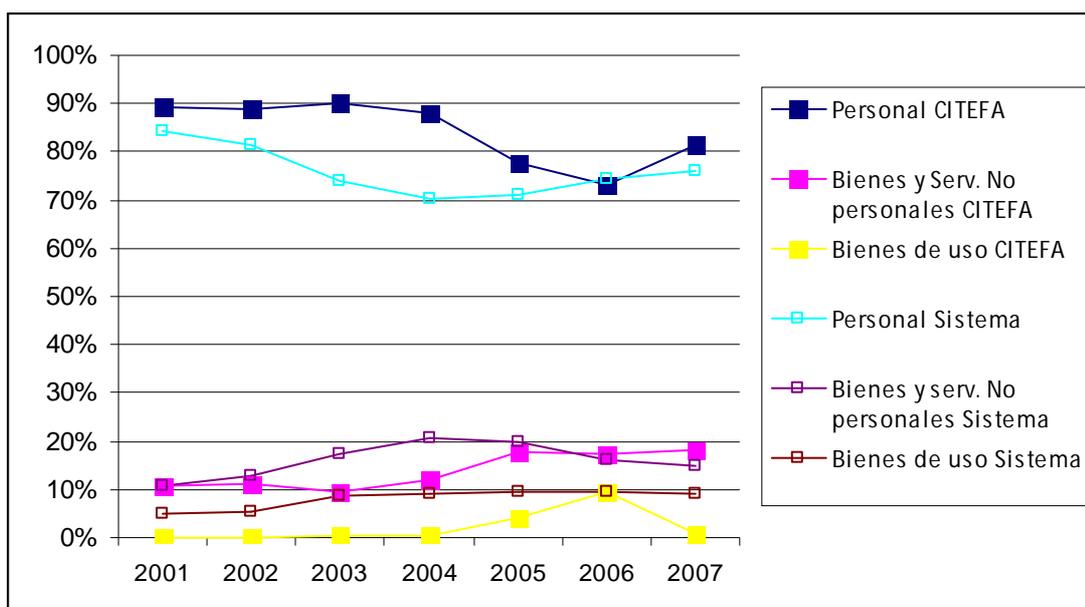
La composición del gasto muestra que el aumento de presupuesto correspondiente al periodo 2002-2007 fue destinado al aumento de las retribuciones del personal. La poca disponibilidad de fondos para equipamiento y bienes de consumo orientaron *los esfuerzos hacia actividades de prestación de servicios a terceros y hacia la ejecución de proyectos financiados por otros entes públicos a fin de obtener recursos adicionales, los que son gestionados con independencia de los fondos del tesoro, ya sea a través de las UVT, o directamente por los responsables de los grupos de investigación* (UNQ, 2000:83-84). Además, por su condición de dependencia centralizada la rigidez administrativa para la ejecución del gasto no se corresponde con la dinámica de la producción científica tecnológica.

Cuadro 3.8. Composición gastos CITEFA versus Gasto sistema I+D nacional

Año	CITEFA			SISTEMA I+D NACIONAL		
	Personal	Bienes y servicios no personales	Bienes de Uso	Personal	Bienes y servicios no personales	Bienes de Uso
2001	89%	11%	0%	84%	11%	5%
2002	89%	11%	0%	81%	13%	6%
2003	90%	9%	0%	74%	17%	9%
2004	88%	12%	0%	70%	21%	9%
2005	78%	18%	4%	71%	20%	9%
2006	73%	17%	9%	74%	16%	10%
2007	81%	18%	1%	76%	15%	9%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Cuadro 3.3 e Indicadores en Ciencia y Tecnología. Años 2001-2007

Gráfico 3.6. Composición gastos CITEFA versus Gasto sistema I+D nacional



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Cuadro 3.8

La información cuantitativa apoya la afirmación de Quel respecto de que *CITEFA nunca se caracterizó por ser una institución con abundantes fondos*, a lo que se agrega que al tener *temas diversos como optoelectrónica, armamento, etc.*, así era la *variedad de dinero que llegaba: mucho para una cosa, poco para otra*. No hubo un desarrollo armónico del Instituto (Quel, 2010 (b)).

7. La relación con los usuarios

Desde el punto de vista del *tipo de interdependencias funcionales⁸⁵, jerárquicas⁸⁶ y presupuestarias⁸⁷ establecidas por el organismo con elementos de su contexto operativo* (Oszlak, 1976:62-63), CITEFA está subordinada al Ministerio de Defensa, para atender las necesidades de sus clientes y usuarios, en base a una asignación presupuestaria del Estado nacional y de fondos provistos por quienes requieren sus servicios: *desde CITEDEF tenemos la misión de desarrollar investigación y tecnología para la defensa, principalmente para nuestros usuarios, nuestros clientes, que son el Ejército, la Marina y la*

⁸⁵ *Dos o más unidades organizacionales son interdependientes (funcionalmente), cuando las actividades o productos de una de ellas sirven como insumos para la actividad desarrollada por la(s) otra (s)* (Oszlak, 1976:18).

⁸⁶ *Interdependencia jerárquica es la que se establece entre unidades comprendidas en una relación de subordinación-superordinación, que implica la sujeción de unas a la autoridad legítima de otras* (Oszlak, 1976:18-19).

⁸⁷ *Interdependencia presupuestaria existe entre aquellas unidades que obtienen recursos de una fuente común y compiten entre sí por su obtención* (Oszlak, 1976:19).

*Aeronáutica, las instituciones colegas que integran Defensa y las industrias conexas*⁸⁸; y también las *Direcciones de Investigaciones de las tres fuerzas* (Fabre, 2010).

Sin embargo, la inserción “real” del organismo en el Ejército hizo que quedara subordinado, “jerárquicamente”, a uno de sus principales clientes y usuarios, alienándola de los demás: *la Armada y la Fuerza Aérea tuvieron la óptica de que CITEFA era manejado y trabajaba para el Ejército, por lo cual desarrollaron sus propios centros de investigación en forma temprana. Para satisfacer las necesidades de sus buques y aviones, necesitaron crear sus propias capacidades. Sin embargo, uno de los proyectos más importantes que desarrolló CITEFA, fue el misil Martín Pescador utilizado luego por la Armada Argentina* (Sevilla, 2010(a)). El resultado del desequilibrio de poder entre las fuerzas, entre las cuales ha existido, tradicionalmente, competencia, estimuló la integración vertical usuario-productor al interior de cada una de ellas (Lundvall, 2009: 64).

En consecuencia, la distancia del organismo, respecto de las otras fuerzas, impactó de modo negativo en el largo plazo, reduciendo la demanda potencial, y los consiguientes recursos asociados, y las posibilidades de aprendizaje por interacción:

Cuando fui destinado (en 1997) hice un esfuerzo bastante grande para que en la Armada se conociera más a CITEFA. La Marina le daba poca importancia en ese momento: es muy del Ejército; y éste es un buen negocio porque, con muy poca plata, se pueden hacer muchas cosas, puesto que los gastos generales y los salarios están cubiertos. No era usual que la gente de CITEFA fuera a la marina. Había gente que trabajó en algún proyecto para la Armada y jamás había visto un buque. Les dije “vamos a ver los barcos donde se usan estas cosas”, porque los requerimientos no tienen que venir sólo de la cúpula, también tienen que venir de abajo, del usuario. Invité al director de Material Naval con el objetivo de que pusieran algo de plata, que conocieran... Era posible mejorar muchas cosas, aunque no fueran cuestiones científicas (Bracco, 2010; UNQ, 2000: 11).

Por otra parte, la escasa cultura tecnológica de muchos cuadros de las Fuerzas Armadas, no promovió una relación usuario-productor fluida, que se tradujera en demandas científico-tecnológicas: *la CNEA mantuvo independencia en la planificación de sus actividades y un presupuesto que le permitió ejecutarlas. CITEFA no tuvo ese vuelo y sus actividades quedaron restringidas a las demandas efectuadas por las Fuerzas Armadas, en función de sus necesidades y disponibilidades presupuestarias* (Sevilla, 2010 (b)). Como señalaba Lundvall (2009 (b)), la relación de los productores con usuarios avanzados no sólo da lugar a la innovación de productos sino también a adaptaciones y aplicaciones novedosas de los productos existentes. Cruces mencionaba *un ejemplo argentino en Malvinas: nuestra Armada adaptó sobre el terreno, con increíble éxito, misiles*

⁸⁸ (...) como son *Tandanor y Almirante Storni, que son astilleros que conforman el complejo Industrial Naval Argentino (CINAR), Fábrica Argentina de Aviones (FADEA), Fabricaciones Militares (FM) que tiene cuatro plantas funcionando, en Azul (Bs. As.), San Francisco y Villa María (Córdoba) y en Rosario* (Fabre, 2010).

franceses “Exocet” para su utilización tierra-mar –no prevista por el fabricante-, sorprendiendo al enemigo y causándole importantes daños (Cruces, 1993:257).

La relación usuario-productor, en el sector de la defensa, toma perfiles diferentes de un país a otro. Por ejemplo, en Brasil, el Ministerio de Defensa no conduce organismos ejecutores de CyT ni industrias conexas. Las FFAA presentan sus demandas en términos operacionales a la industria, estimulando la vinculación de la misma con el sector de CyT (Knupp Dos Santos, 2011)⁸⁹.

En el caso de CITEFA fue también limitada la demanda en términos de formación y de asesoramiento:

Cuando nuestros oficiales fueron al frente de Malvinas muchos no sabían lo que era un guiado láser, y el sistema ya existía. Sufrieron ataques con misiles guiados por láser durante la guerra. Aquí recibimos un sistema de guiado láser que trajo un oficial como trofeo de guerra, inutilizado en el lugar exacto por un soldado inglés, antes de que lo tomaran prisionero. Todo ese tipo de cosas existían, y no las conocían. ¿Por qué? Aquí había un laboratorio que pudo haber enseñado, a los oficiales, el armamento moderno que tienen los ejércitos del mundo: ¿por qué nuestros oficiales no estaban aggiornados?, ¿por qué estaban desvinculados de la tecnología moderna? (Quel, 2010 (b)).

En la misma línea, Cruces destacaba *el proceder de Israel, cuyo profundo conocimiento de los equipos importados le ha permitido elaborar versiones perfeccionadas de los mismos. No solamente para desarrollar armamento moderno hay que tener alta capacidad tecnológica, sino también para comprar bien y luego usarlo con creatividad* (Cruces, 1993:256). Sin embargo, tampoco fue usual contar con el organismo como consultor al efectuar adquisiciones: *al menos mientras yo fui Presidente* (Sevilla, 2010(a); UNQ, 2000: 16).

A la falta de cultura tecnológica, es posible agregar cierta desconfianza hacia lo local en la conducción de las FFAA:

Aquí se hizo un sistema de medición de distancia, un telémetro láser, con tres o cuatro prototipos, y cada uno con una mejora. El primero era de un tamaño descomunal, 50 cm de largo, 20 de ancho y 15 de alto, eso se redujo, en el segundo ejemplar, casi a la mitad, y, en el tercero, bastante más y se logró mucha eficiencia en los sistemas internos. Quedó demostrado que éramos capaces de hacer un telémetro láser. Pero, en lugar de poner énfasis en ese desarrollo, los jefes militares que estaban en ese momento, adoptaron la política de que el telémetro tenía que ser importado y no hubo forma de cambiar esa decisión, con lo cual no se entendía muy bien para qué seguíamos haciendo el telémetro láser. Eso desalentaba a nuestra gente, pues en definitiva se podría haber hecho en el país (Quel, 2010 (b)).

Sevilla explicaba ese comportamiento desde la perspectiva militar: *aquellos que están dedicados a conducir operaciones militares, privilegian la operatividad sobre el desarrollo*

⁸⁹ El May Brig Ar Alvaro Knupp Dos Santos era, en 2011, Director del Departamento de Ciencia y Tecnología Industrial, del Ministerio de Defensa de Brasil.

tecnológico. Como el militar expone su vida cuando debe combatir, no quiere hacer pruebas, sino que prefiere materiales ya probados exitosamente (Sevilla, 2010 (b)) (...) Históricamente ha existido algún tipo de diálogo entre las FFAA y CITEFA, las tres fuerzas privilegian lo operativo, lo cual tiene su lógica: a la Armada le interesa navegar, tener buques y submarinos, si los podemos hacer en Argentina, bien, sino se compran (Sevilla, 2010 (a)).

El tema de la confianza, entre usuarios y productores, juega un papel central a la hora de asumir riesgos e invertir recursos en tareas de CyT donde la incertidumbre acerca de los resultados está siempre presente (Lundvall, 2009 (b)):

CITEFA trataba de mantener actualizadas a las FFAA. Sin embargo hay cuestiones que generan discusiones: CITEFA hace un desarrollo y a las FFAA no les gusta. ¿No les gusta a las FFAA o a alguna persona? Dentro del Ejército, hay personas que aprueban a CITEFA y otros que reprueban. No todos los proyectos de CITEFA fueron exitosos. Por ejemplo, el misil antitanque fue un proyecto que no alcanzó a utilizarse operativamente. En cambio, un proyecto exitoso es el cañón CITER de calibre 155 mm, que es utilizado hasta hoy como arma de dotación del Ejército, habiendo sido fabricado por FFMM (Sevilla, 2010(a)).

Artopoulos, en su investigación sobre el Pulqui II, recoge otro testimonio acerca del tema de la confianza usuario-productor en el contexto de las FFAA:

Una de las tareas que debía acometer el grupo de desarrollo del Pulqui II para que el avión fuera producido, y finalmente reemplazara a los cazas de la primera generación jet Gloster Meteor de fabricación inglesa, fue persuadir a los pilotos de la recientemente creada Fuerza Aérea Argentina, y especialmente los pilotos de los cazas jet Gloster Meteor, de la superioridad y fundamentalmente de la fiabilidad del diseño propuesto (Artopoulos, 2007: 21-22). Uno de los protagonistas relataba: los pilotos siempre prefirieron el avión importado porque lo creían un avión más confiable, supuestamente, era un avión que no iba a tener problemas de abastecimiento y si los tenía era cuestión de resolverlo con gaita; si comprás los repuestos, están los repuestos; y en la Fábrica de Aviones era cuestión de que lo hicieran y proveyeran y como dependían de la misma unidad (refiriéndose a la FAA), por ahí de la misma rama, no se les tenía la suficiente confianza (Artopoulos, 2007: 21-22).

De hecho, en el año 2000, el Informe UNQ (2000:32) señalaba que la demanda militar se concentraba en la repotenciación y modernización de armamento, en base a una lógica de ingeniería reversa. La ausencia de demanda se refleja en la baja incidencia que en el presupuesto de CITEFA tienen los aportes de las distintas fuerzas. Como ya fuera mencionado, la mediana de los ingresos procedentes de las FFAA fue del 7% (Véase Cuadro 3.2)

8. La dirección de CITEFA y la ausencia de estrategia

Marcelo Vensentini, Coordinador de CITEDEF, lo describía como *un instituto de investigación con escasos recursos y políticas erráticas* (Vensentini, 2010). Como señala Oszlak, cuando un “área-problema”⁹⁰ no llega a convertirse en una cuestión social, como fue el caso de la científico-tecnológica para la defensa, el Estado diseña una política, en términos tan amplios, que, en ausencia de una demanda real por parte de los usuarios, da lugar a un “laissez faire”.

En estas circunstancias, las influencias personales y las tradiciones y rutinas organizacionales, sustituyen a la política (Oszlak, 1976:22-23): *actualmente se está desarrollando una cohetera producto de un proyecto del Ejército que no tuvo continuidad en el tiempo. Hubo un Jefe de Dpto. que lo mantuvo vivo. Al hacerme cargo del Instituto, me pareció interesante. Lo presenté a un Secretario de Planeamiento del Ministerio de Defensa, a quien también le pareció importante, y nos facilitó los recursos que necesitábamos para continuar el proyecto. Este es el fondo de las cosas: cuando las políticas de Estado están ausentes, las decisiones personales cobran una importancia trascendente* (Sevilla, 2010(a)).

Hurtado & Mallo (2010) recogían un comentario semejante de Tomás Buch, hablando del sector nuclear: *la historia del desarrollo tecnológico argentino está lleno de nombres, pero carece completamente de una estructura económica*. Ambos comentarios ponen de relieve la ausencia de una perspectiva integral sobre la dinámica de la innovación y cómo, ante esta carencia, lo que resulta es un agregado de esfuerzos aislados que no dan lugar a la conformación de un sistema virtuoso. No obstante, en el mismo contexto, la CNEA y CITEFA tuvieron comportamientos diferentes.

Como se comentó en el Capítulo 3.2, la CNEA tomó la iniciativa y se dio una política: construir una capacidad autónoma de toma de decisiones, cimentar la infraestructura científico-tecnológica del sector nuclear y crear un “efecto demostración” (Briozzo et al., 2007). Dicha política se mantuvo gracias a la continuidad en la dirección (Sheinin & Figallo, 2009; Hurtado, 2005).

Quihillalt, Presidente de la CNEA en el periodo 1955-1973⁹¹, manifestaba que, *en el proceso evolutivo de la industria nuclear, como en el de cualquier otra gran industria nueva, hay etapas necesarias y obligadas a cumplir, si se quiere alcanzar esa experiencia (...) que constituye la base de todo progreso. Porque (...) experiencia es, por definición, “práctica y observación”, cosas que no se pueden comprar ni pedir de prestado*

⁹⁰ “Áreas-problema” son aquellas donde confluyen una gran variedad de actores, intereses y conflictos suscitados por su compleja interrelación (Oszlak, 1976:3).

⁹¹ Desde su creación la CNEA tuvo las siguientes administraciones:

1952-1955 Capitán de Navío Pedro Iraolagoitia.

1955-1973 Capitán de Navío Ingeniero Oscar Quihillalt, con un interregno 1958-1959 del Contralmirante Ingeniero Helio López.

1973-1976 Capitán de Navío Pedro Iraolagoitia.

1976-1983 Vicealmirante Carlos Castro Madero.

Fuentes: Mariscotti (2004), Noro (2009).

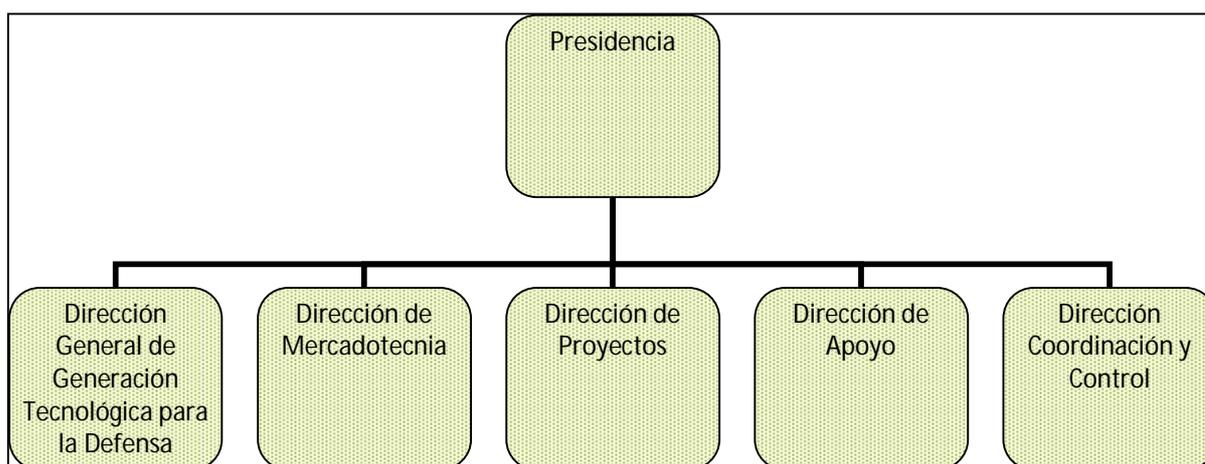
(Briozzo et al. 2007). Este comentario expresa la importancia del “modo HUI” de aprendizaje puesto que si en la economía moderna, el recurso fundamental es el conocimiento, los diferentes modos de adquirirlo son valiosos y por lo tanto deben estar presentes en la estrategia de la organización (Lundvall, 2009 (a)).

También en el caso de CITEFA la iniciativa para la formulación de la estrategia estuvo en manos de la dirección: *como Presidente de CITEFA, no recibí ninguna directiva sobre cuáles eran las prioridades, entonces tenía más importancia de la que debía tener porque, en ausencia de políticas de Estado, decidía qué hacer de acuerdo con lo que estimaba más conveniente* (Sevilla, 2010 (a)).

Sin embargo, el comentario refleja una visión más acotada sobre el rol de la dirección, que se parece más al concepto de jefatura militar - *el Presidente* (de CITEFA) *no fija la política, el Presidente la ejecuta* (Sevilla, 2010 (a))- que al de la dirección de un organismo centrado en el conocimiento y la innovación. Esta concepción de la dirección, explica por qué no hubo continuidad en los puestos claves de gestión.

El Gráfico 3.7 presenta el organigrama de CITEFA vigente hasta 1996. Todas las posiciones de dirección –señaladas con sombreado- estaban ocupadas por oficiales. Las capacidades de I+D estaban concentradas en la “Dirección General de Generación Tecnológica para la Defensa”. La organización funcional se mantuvo dentro del modelo matricial por proyectos, es decir, dado un proyecto se seleccionaban los participantes por especialidad tanto a nivel investigadores como especialistas bajo la figura de un jefe de proyecto, uno o varios proyectistas principales y personal.

Gráfico 3.7. Organigrama vigente en CITEFA 1992-1996



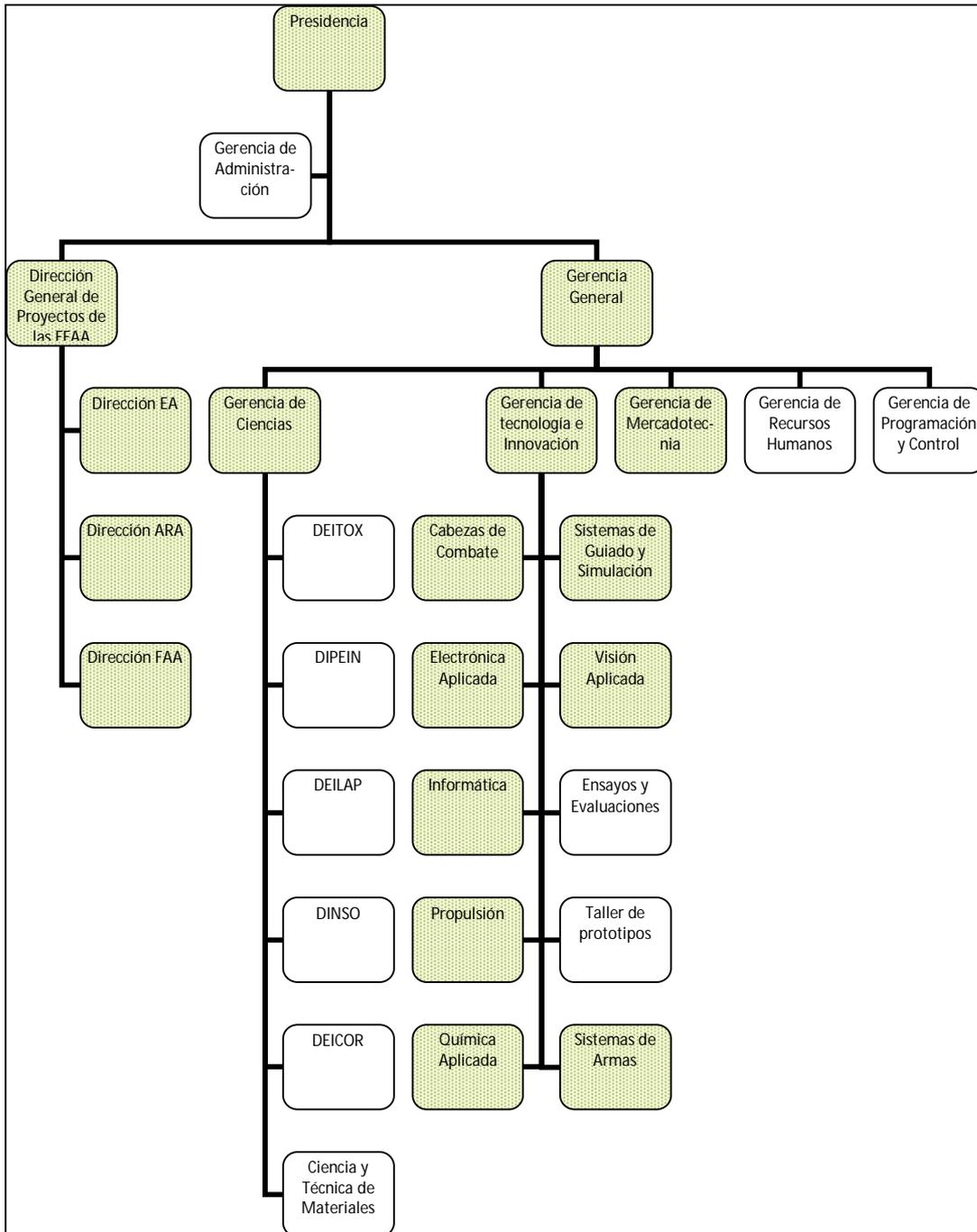
Fuente: Elaboración propia en base a Informe UNQ (2000) e información suministrada por Reynoso (2012)⁹²

En 1997 se realizaron modificaciones con la intención de fortalecer la estructura matricial por proyectos y dotar a la organización de mayor flexibilidad (UNQ, 2000). En el

⁹² El Lic. José Reynoso es el Gerente de Programación y Proyectos de CITEDEF.

Gráfico 3.8 se puede observar el cambio de estructura, con sombreado se indican las gerencias ocupadas por oficiales, y se observa el acceso de civiles al frente de algunas gerencias.

Gráfico 3.8. Organigrama vigente en CITEFA 1998-2009



Fuente: Elaboración propia en base a Informe UNQ (2000)

El Informe UNQ (2000: 41) señalaba como una debilidad *la excesiva rotación de directivos del Instituto* y su impacto en el proceso de toma de decisiones. Como se puede

apreciar en el Cuadro 3.9, la permanencia media en el cargo de Presidente fue inferior a los dos años, como es usual en la mayoría de los destinos militares. Esta duración promedio se dio incluso cuando, a partir de 1997, la posición pudo ser ocupada por oficiales retirados.

Cuadro 3.9. Presidentes de CITEFA

Origen	Presidente	Periodo
EA	Gral.Br Agustín Matorral	ene 1954 – nov 1954
EA	Gral. Br Néstor Arana	nov 1954 – oct 1955
EA	Gral. Br Gualterio Ahrens	dic 1955 – abr 1957
ARA	Contalmte. Helio López	oct 1957 – jul 1958
EA	Gral. Br Julio Merediz	feb 1959 – oct 1959
EA	Gral. Br Manuel Olascoaga	oct 1959 – jul 1962
EA	Gral. Br Odilón Núñez	jul 1962 – nov 1962
EA	Gral. Br Mario Aguilar Benitez	feb 1963 – dic 1965
ARA	Contalmte. Fernando Milia	feb 1966 – dic 1968
EA	Cnl. Juan Carlos Hoffmann	dic 1968 – abr 1970
FAA	Comod. Jorge Conca	abr 1970 – dic 1971
EA	Gral. Br José Martínez Waldner	dic 1971 – sep 1973
EA	Gral. Br Ismael Sierra	sep 1973 – dic 1974
EA	Cnl. César del Toral	ene 1975 – ene 1976
FAA	Brig. César Ferrante	ene 1976 – dic 1976
FAA	Brig. Leopoldo Gallo	dic 1976 – feb 1978
ARA	Contalmte. Rafael Checchi	feb 1978 – mar 1979
ARA	Contalmte. Francisco Barcellandi	mar 1979 – feb 1980
EA	Gral. Br Eduardo Garay	feb 1980 – dic 1981
FAA	Brig. Guillermo Marotta	dic 1981 – dic 1982
FAA	Brig. Héctor Ruiz	dic 1982 – feb 1988
EA	Gral. Br Máximo Abbate	ene 1988 – dic 1989
EA	Gral. Br Ricardo Rapacioli	dic 1989 - dic 1993
EA	Cnl. Enrique Krause	dic 1993 – dic 1994
EA	Gral. Br Raúl Racana	dic 1994 – dic 1995
EA	Gral. Br Antonio Vicario	feb 1996 – dic 1997
EA	Gral. Br (R) Ricardo Rapacioli	nov 1997 – feb 2000
EA	Gral. Br (R) Máximo Abbate	feb 2000 – set 2002
EA	Gral. Br (R) Guillermo Sevilla	set 2002 – oct 2009
Civil	Ing. Anselmo Fabre	oct 2009 -

Fuente: Elaboración propia en base a CITEFA (2005: 17-20)

También se puede observar la alta movilidad del personal militar en actividad a partir del Cuadro 3.10, correspondiente a los titulares de las Direcciones de los proyectos correspondientes a cada una de las fuerzas. La rotación en la Gerencia de Programación y Control (GEPRO) explicaría, en parte, la falta de procesos de control de la producción científica –tecnológica (UNQ, 2000: 37).

Cuadro 3.10. Titulares de las Direcciones de Proyectos de EA, ARA y FAA⁹³

⁹³ Las identidades fueron reemplazadas por letras.

Referencias:

DIAR: Director de Proyectos de la Armada

DIEJ: Director de Proyectos del Ejército

DIFA: Director de Proyectos de la Fuerza Aérea

Dirección	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Promedio
DIAR	B	B	C	C	G	G	D	D	D	T	P	1,83
DIEJ	A	A	A	A	F	F	F	M	M	M	M	3,67
DIFA	N	O	O	E	E	E	E	E	I	L	L	2,20
GEPRO ⁹⁴	P	P	H	H	R	R	K	S	S	X	Q	1,57

Fuente: Informe UNQ (2000:41).

Sin embargo la alta rotación no fue exclusiva de CITEFA. Otros organismos que han estado en el ámbito del Ejército, y no tienen las características propias de una unidad militar, fueron objeto de la misma política: en el Instituto Geográfico Militar hubo en 100 años (1879-1979), treinta y nueve (39) presidentes; la Escuela Superior Técnica tuvo en 50 años (1930-1980), veintisiete (27) directores; la D.G.F.M., en 40 años (1941-1980), diecisiete (17) presidentes; resultando para estos tres organismos una duración aproximada de dos años en el cargo (De Paula et al., 1980).

La razón de la rotación en lo más alto de la estructura estaría en no comprender que diferentes fines exigen diferentes tipos de organizaciones y que, por lo tanto, un centro de I+D no puede ser dirigido y gestionado como una unidad militar:

CITEFA fue manejada por el Ministerio de Defensa como cualquier otro destino militar, con muchos oficiales que venían de cuarteles, sin conocer de qué se trataba. Los militares venían acá, tardaban un tiempo en tomar conocimiento del problema, como se utiliza en la jerga militar. Cuando empezaban a tomar conocimiento ya había pasado un año, al año siguiente tomaban alguna decisión económica y después se iban... vuelta a cambiar de idea, de forma de ser, de políticas, de directores - toda la cúpula cambiaba-. Estos institutos exigen, para su funcionamiento, gente idónea, gente preparada para su conducción, gente que sepa elegir y decidir (Quel, 2010(b)).

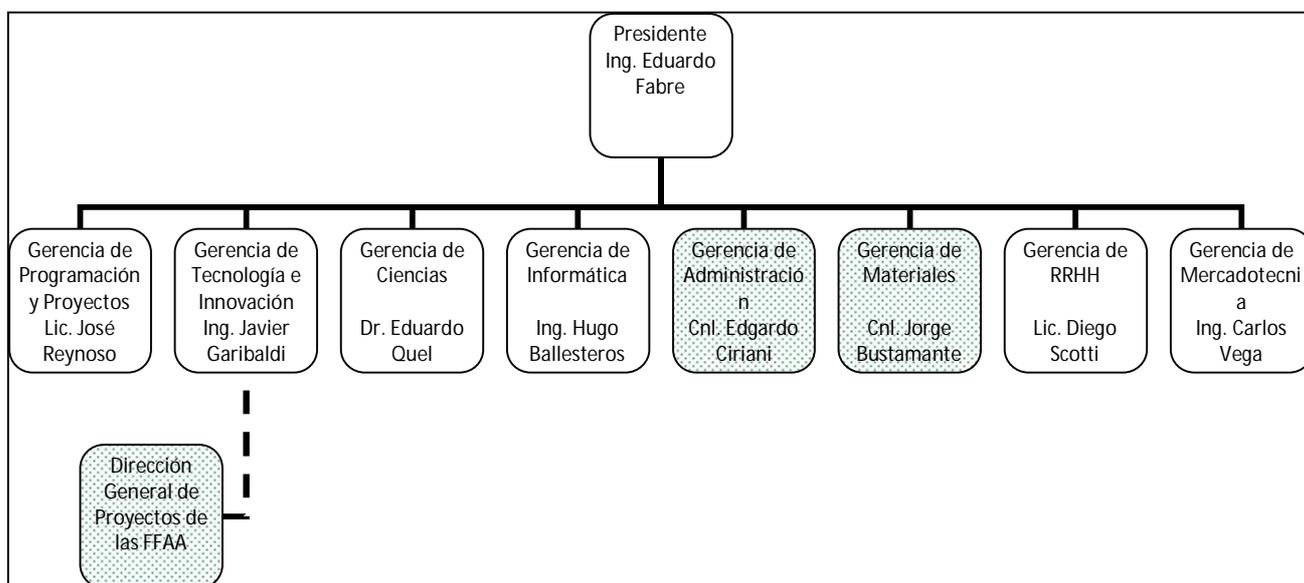
La falta de construcción de consensos, por ser ajena a la cultura militar, junto con la rotación, provocaron que el Instituto, ante la carencia de demanda por parte de los usuarios, no llegara a darse una política propia y a construir una visión compartida: *el qué hacer siempre ha sido el gran drama nuestro, agarramos para acá, para allá, inconstantes, y la inconstancia es uno de los peores enemigos porque se tira la plata en una cosa, después en otra y eso no sirve. Tenemos que usar el dinero lo más sabiamente posible* (Quel, 2010, (a)). El Informe UNQ (2000) señalaba que la GEPRO no llegaba a realizar

GEPRO: Gerente de Programación y control

⁹⁴ La Gerencia de Programación y Control (GEPRO) tiene como responsabilidad primaria asistir a las autoridades en la confección del presupuesto, así como en la coordinación, control y evaluación de las tareas científicas, tecnológicas y de apoyo del Instituto. Entre las funciones más destacadas figuran las de controlar la ejecución presupuestaria general del Organismo y el cumplimiento de los plazos de los proyectos, registrar el monitoreo de proyectos y la participación del personal en los mismos, controlando el funcionamiento matricial de medios y recursos humanos. También tiene la función de organizar comités de evaluación de proyectos y coordinar la realización de prospectiva científica y tecnológica (UNQ, 2000: 25-26).

prospectiva científico-tecnológica. De hecho, recién en el año 1998, y por encargo del Ministerio de Defensa, el Instituto comienza a elaborar un plan estratégico (UNQUI, 2000; Sevilla, 2010 (a)).

Gráfico 3.9. Organigrama vigente en CITEFA y responsables. Año 2012.



Fuente: Elaboración propia con información suministrada por la Gerencia de Programación y Proyectos.

A partir del año 2009 la Presidencia del Instituto y la mayoría de las gerencias son ocupadas por funcionarios civiles –véase Gráfico 3.9 en el que se indican con sombreado las gerencias ocupadas por oficiales-. El organigrama presenta, como una modificación relevante, la vinculación de la Dirección General de Proyectos de las FFAA con la Gerencia de Tecnología e Innovación a través de la cual canaliza sus demandas. De este modo ocupa un rol más parecido al de un cliente que al de un directivo de la organización. Estos cambios abren la posibilidad de continuidad en la dirección del Instituto facilitando la aparición y consolidación de liderazgos.

9. El conflicto de autoridad

Otra consecuencia, derivada de la inserción de CITEFA en una estructura imbuida de la cultura organizacional del EA, fue la vigencia del principio de subordinación del personal civil al militar. Esta práctica limitó las posibilidades de formación de recursos humanos para la dirección de proyectos tecnológicos complejos:

Los militares recién egresados eran jefes de proyecto. Apenas llegaban, en varios casos, se les daba escritorio, secretaria y se los nombraba jefe de proyecto, y no funciona así. Los civiles que sabían, que conocían las cosas, miraban, esperaban órdenes, no se podían desacatar. Todo eso abrevaba la historia de la relación civil-

militar que no es simple. Siempre estuve en contra de eso, lo he dicho muchas veces, no sé si puse el énfasis adecuado pero, concretamente, yo nunca estuve de acuerdo con que los ingenieros militares recién graduados, que para nosotros son un F3⁹⁵, sean jefes de proyecto. Un F3 no va a ser jefe de proyecto hasta años después, salvo que sea un tipo brillante que a los pocos años pueda ser jefe. Yo quiero separar las personas de los hechos, todos esos jóvenes que vinieron acá, casi todos alumnos míos, no eran los responsables, ya estaba organizado así, pero esa organización no había sido revisada para ver si era buena (Quel, 2010 (b)).

Por su parte, Sevilla sostenía que *para ser jefe de proyecto hay que tener sentido militar, al ingeniero militar se lo forma para gerenciar* (Sevilla, 2010(b)). Sin embargo, esta opinión no era generalizada entre los oficiales: Bracco comentaba que *si se logra una interacción adecuada no es necesario ser usuario para dirigir un desarrollo* (Bracco, 2010). Incluso, entre los oficiales, la cultura militar se imponía a la tecnológica. Bracco recordaba que durante su paso por CITEFA con el grado de Capitán de Fragata, *en la reunión de la cúpula de proyectos militares eran todos coroneles y me decían “pero vos sos Capitán de Fragata⁹⁶”. El tema de la jerarquía, en las fuerzas, siempre está, y es delicado. En el ámbito civil las jerarquías no son tan marcadas* (Bracco, 2010).

Thorpe & Shapin (2000) recogen numerosos testimonios sobre los conflictos presentes en la relación civiles-militares durante el Proyecto Manhattan, entre los que destacan: el malestar de los científicos ante los intentos de subordinar la competencia científica-tecnológica a la jerarquía militar o el sentirse tratados como empleados por parte de los oficiales y las trabas para el intercambio de información debido a una organización compartimentada y fuertemente jerárquica.

Quel insistía en la importancia de considerar la experiencia, a la hora de seleccionar jefes de proyecto, en oposición al criterio seguido en CITEFA:

En septiembre de 1969, cuando estaba haciendo mi doctorado en Lovaina vino como visitante el Prof. Wilson, autor de uno de los libros más importantes de mecánica cuántica de moléculas. Le preguntamos: “¿cuál fue para Ud. el mayor logro de EEUU poniendo un hombre en la Luna?”. Wilson pensó y respondió: “desde el punto de vista científico, EEUU no logró casi nada nuevo, todo tecnología. Para mí, el mayor logro de EEUU, lo que tiene un mérito incalculable, desde mi punto de vista, es haber puesto a 500.000 hombres con un objetivo y cumplir ese objetivo. Haberlos puesto de acuerdo, haber coordinado todas las tareas técnicas para que, finalmente, se llegue a armar un cohete, un módulo lunar y que después ese módulo haya vuelto, todo eso representa un esfuerzo de coordinación, de gestión muy grande”. Si uno se pone a pensar es un logro fantástico poner a 500.000 personas de acuerdo... Yo me imagino, conociendo mi vida en el laboratorio que ya lleva 50 años, las discusiones, los líos que debe haber habido: desacuerdos, desacoples de ideas, errores, problemas de todo tipo. Participaron empresas, laboratorios del Estado, hubo de todo. Eso representa un esfuerzo de coordinación enorme y también hay que saber mucho porque hay engaños, gente que viene con ideas estafalarias, que no tienen el menor sentido y hay que saber detectarlas (Quel, 2010(a)).

⁹⁵ Escalafón correspondiente a un profesional “junior”.

⁹⁶ El grado de Capitán de Fragata equivale al de Teniente Coronel de Ejército.

Resulta así, destacaba Vensentini, que en el Instituto *tenemos serias carencias en la ejecución de los proyectos, todavía no tenemos la mejor tecnología de gestión de proyectos, estamos muy atrasados en esto* (Vensentini, 2010).

10. Algunas consecuencias de las estrategias de “supervivencia” de los grupos de I+D

Desde el punto de vista de las interdependencias presupuestarias, la escasez de recursos destinados a la investigación y desarrollo en el país, estuvo acentuada, en CITEFA, por la diversidad temática (Quel, 2010 (b)), y el lugar secundario que las Fuerzas Armadas dieron al desarrollo local: *en este Ministerio la ciencia y la tecnología se empieza a descubrir hace no muchos años, ocho o diez, no sabría, ni quisiera asociarlo a ningún evento político, solamente lo digo desde un punto de vista experimental puesto que mi trabajo y función son puramente técnicos. Los fondos que tiene el Ministerio de Defensa para investigación y desarrollo, generalmente, son escasos cuando no, nulos. Hubo años en que no hemos tenido nada* (Quel, 2010(a)).

Como *el presupuesto es para mantener el Instituto* (Sevilla, 2010(b)) la búsqueda de fondos quedó librada a la iniciativa de los investigadores de los distintos departamentos: *¿qué hemos hecho?, bueno, hay dos alternativas o nos cruzamos de brazo y no hacemos nada, con lo cual damos lugar a que nos digan “váyanse, si no hacen nada para qué los queremos”, o nos ponemos a trabajar y pedimos subsidios, a organismos nacionales e internacionales, para ir resolviendo temas de interés para el país y que tengan relación con la defensa. Eso es lo que, razonablemente, hemos intentado hacer. Hemos tenido que desarrollar la “tecnología” de pedir subsidios* (Quel, 2010(a)).

Esta situación contribuyó a que, algunos grupos, especialmente aquellos vinculados al CONICET, se orientaran a temas alejados de la defensa (UNQ, 2000:8) siguiendo, en algunos casos, la lógica de la comunidad científica y privilegiando los contactos con pares externos al Instituto. Esta estrategia de supervivencia produjo un enfrentamiento con la conducción militar: *en general no aportan para la defensa, tienen sus líderes que manejan el departamento y ya son instituciones y no les interesa participar en un proyecto de defensa porque dependen de los fondos de los PICT⁹⁷. Ninguna fuerza iba a dar dinero para investigaciones sobre cáncer de mama o de próstata o mal de Chagas, como estaba haciendo toxicología. Funcionaban de modo autónomo, entendiéndose con el CONICET* (Sevilla, 2010(b)).

⁹⁷ Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica financiados por el Ministerio de CyT a través de la Agencia Nacional de Ciencia y Tecnología.

Para evitar aumentar el nivel de conflicto interno, existió *una especie de acuerdo “te quedás acá, no me pidas plata y yo no te pido nada”*. Eso generó una división muy grande (Sevilla, 2010(b)). Es posible afirmar que, ante la ausencia de una política tecnológica y una visión compartida, se replicó, al interior del Instituto, el “laissez faire” del Estado.

11. Fortalezas y debilidades

El Informe UNQ señalaba, como principal fortaleza de CITEFA, su *capacidad para abordar desarrollos en áreas de tecnologías sensibles, cuya adquisición es de difícil acceso o su costo en el mercado es muy elevado para las posibilidades nacionales* (UNQ, 2000: 6; SECYTI, 2005: 42). Por ejemplo, señalaba el Ing. Fabre, Presidente de CITEDEF, *la actualización de los radares TPC43 de la FAA fue cotizada por la fábrica en 200.000 dólares por unidad. CITEFA la realizó a un costo de 12.000 dólares por unidad* (Fabre, 2010).

El Instituto ha logrado desarrollar y sostener capacidades que cubren diferentes campos del conocimiento. Una aplicación militar exige el dominio de diversas tecnologías, asentadas en un amplio espectro de disciplinas científicas: cada proyecto militar pone en juego entre cinco y diez capacidades. Como ejemplo, el Gral. Sevilla (2010 (a)) enumeraba los elementos componentes de una cohetera: inclinómetro, GPS, brújula electrónica, estación meteorológica, computadora para control de tiro y computadora para control de posición. El Dr. Quel explicaba que: *un misil sensible al infrarrojo requiere gente formada en optoelectrónica y, si además es guiado por láser, exige dominar esa tecnología en temas de detección de radiación láser, siendo también necesario un mínimo de conocimientos de la atmósfera. Un desarrollo de este tipo exige contar con un núcleo de gente formada con amplios conocimientos y del más alto nivel* (Quel, 2010 (a)).

La evaluación realizada por la SECYTI en 2005⁹⁸, hacía hincapié en el perfil único del organismo y en la ausencia de instituciones que pudieran sustituirlo, agregando que disponía de más capacidades que las señaladas en la autoevaluación institucional (SECYTI, 2005:51). El testimonio del CN(R) Bracco (2010), apoyaba dicha valoración: *las actividades del Servicio Naval de Investigación y Desarrollo son diferentes a las de CITEFA, guardan complementariedad, pero lo que hace CITEFA no lo hace nadie*.

Junto al buen nivel científico-tecnológico y al amplio espectro de capacidades, únicas en el país, el Informe UNQ y la Evaluación SECYTI mencionaban debilidades como: el envejecimiento del plantel de investigadores, las dificultades para retener al personal

⁹⁸ Evaluación externa del Instituto, realizada por la SECYTI en el marco del Programa de Evaluación institucional de las organizaciones de ciencia y tecnología. Actuaron como evaluadores externos: Carlos Carullo, Armando de Angelis y Leónidas Montaña. La Evaluación fue facilitada a la autora por la Gerencia de Programación de CITEDEF. En adelante se cita como Evaluación SECYTI o (SECYTI, 2005).

altamente calificado (CONICET, 1999)⁹⁹, la falta de inversión en infraestructura y equipamiento, la presencia de líneas de investigación alejadas de las temáticas militares¹⁰⁰ y poco orientada a la producción de tecnología (CONICET, 1999), la escasez de personas en condiciones de dirigir proyectos, el foco en proyectos de corto plazo¹⁰¹ y el bajo grado de transferencia al sector productivo (UNQ, 2000:7-8; SECYTI, 2005).

Cuadro 3.11. CITEFA: Fortalezas y debilidades

Fortalezas	Debilidades
1. Capacidad para abordar desarrollos en áreas de tecnologías sensibles.	1. Ausencia de políticas públicas de I+D para la defensa.
2. Complementariedad con otros centros de I+D para la defensa.	2. Ausencia de liderazgo institucional.
3. Amplitud temática dentro del Instituto que facilita la interdisciplinariedad.	3. Usuarios no avanzados que limitan las oportunidades de aprendizaje y que priorizan la importación de tecnología por sobre el desarrollo local.
4. Dominio de tecnologías de aplicación en diferentes sectores industriales.	4. Escasez de recursos disponibles para I+D para la defensa.
5. Costos competitivos.	5. Escasez de RRHH formados para la gestión de proyectos tecnológicos.
6. Relativa experiencia en la transferencia de tecnología al sector productivo.	6. Conflictos internos asociados a líneas de investigación alejadas de temáticas de defensa.
7. Servicios de apoyo técnico de calidad como el departamento de prototipos.	7. Envejecimiento del plantel de I+D.
	8. Falta de inversión en infraestructura y equipamiento.

En el Cuadro 3.11 se han sintetizado las principales fortalezas y debilidades del Instituto. Como allí se señala, no obstante el lugar marginal que ocupa la I+D para la defensa, CITEFA ha logrado proveer al país de capacidades singulares para el desarrollo científico-tecnológico. Entre dichas capacidades se encuentra la concepción y construcción de láseres para diversas aplicaciones y el dominio de las tecnologías de alta complejidad asociadas, como la separación isotópica para el enriquecimiento de uranio.

Argentina, en general, importa los instrumentos de base científica, por este motivo resulta de interés conocer cómo surgió y se consolidó el Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CEILAP), un grupo de investigación técnico instrumental de excelencia y el papel que jugó en sus logros su inserción en CITEFA.

⁹⁹ Evaluación realizada por el CONICET, citada en la Evaluación SECYTI.

¹⁰⁰ Como las desarrolladas en los Departamentos de Toxicología (CEITOX) y de Plagas e Insecticidas (CIPEIN).

¹⁰¹ Los proyectos para las FFAA en los últimos años estuvieron vinculados a repotenciación de munición y prolongación de la vida útil de equipos y armamentos existentes.

CAPÍTULO 4

La investigación técnico-instrumental en el Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CEILAP-CONICET)

El presente capítulo está dedicado al estudio del Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones, CEILAP, en el marco del contexto organizacional de CITEFA y de la especificidad de su actividad de investigación, vinculada a la concepción, diseño y fabricación de instrumentos.

1. Surgimiento del láser y creación del CEILAP

En julio de 1965, se crea el “Grupo Láser”, en el ámbito de CITEFA, con el objetivo de investigar y desarrollar láseres de interés nacional. El Dr. Juan T. D’Alessio fue designado jefe del nuevo departamento. Cinco años antes, en 1960, el científico norteamericano Theodore Maiman había anunciado, a través de una breve comunicación de la revista *Nature*, la operación del primer láser - acrónimo de *light amplification by stimulated emission of radiation* (amplificación de luz por emisión estimulada de radiación)-. Se trata de un dispositivo que emite una luz monocroma, concentrada, coherente y particularmente intensa, cuyo funcionamiento se basa en el principio físico de la emisión estimulada de radiación, formulado, teóricamente, por Einstein, en 1917. En el Anexo se explica el principio de funcionamiento y sus principales características.

Quel recordaba que, *en 1962, un querido profesor de Física de la Universidad de La Plata, que recién llegaba de hacer espectroscopía óptica, durante una larga estadía en Berkeley con el Prof. S. P. N. Davis, comentó que con esta fuente de luz seguramente se iba a poder asar un trozo de carne a 10 km de distancia en un segundo!* (Azcárate et al. 2007). Desde su invención, se han desarrollado diferentes tipos de láseres de utilización en campos, tan diversos, como la medicina, la industria, la investigación química, la medición de precisión, el almacenamiento de datos, el armamento, las telecomunicaciones y el entretenimiento.

El láser es uno de los avances tecnológicos más versátiles del siglo XX y el espectro de posibilidades de aplicación crece día a día. Sin embargo, en los comienzos, no se llegaba a vislumbrar todo su potencial al punto que, algunos, lo denominaron “una solución en busca de un problema” (Rosenberg, 1994). Esta incertidumbre también tuvo lugar en CITEFA: *trabajar en el tema láser inicialmente era una cosa muy sofisticada: “claro el láser es importante”, después, de repente: “esto no sirve, ¿qué hacemos con esto?, ¿qué están haciendo?”* (Quel, 2010 (b)). Hoy, es una tecnología presente en infinidad de dispositivos de uso militar y sistemas de armas.

2. Desarrollo y capacidades del Grupo Láser

En 1970 trabajaban en el laboratorio cinco personas¹⁰². A ellas se sumaron Alfredo Burgos, doctorado en Estados Unidos, y Eduardo Quel, quien hizo su doctorado en Física en Lovaina. En 1972, el Dr. Quel quedó al frente del laboratorio. Ocupó dicho cargo hasta el año 2010 en que fue designado Gerente de Ciencias de CITEDEF, continuando, también, con la dirección de la División Lidar del CEILAP.

En 1965, CITEFA solicitó un crédito, al BID, por un millón de dólares. El Dr. D'Alessio gestionó una cuarta parte del mismo para el tema láser. El crédito fue otorgado, a pesar del escepticismo de muchos investigadores del Instituto. Ello hizo que el Grupo Láser se equipara con varios osciloscopios de última generación, un espectrómetro de alta resolución para el visible y otro para el infrarrojo que, durante años, fue el único en el país, y, con el cual, se hizo el mapa del agua pesada en Argentina, en colaboración con la CNEA. También se adquirieron componentes para láseres de rubí y material de óptica, como vidrios, lentes, láminas polaroides, espejos, etc. Este equipamiento permitió avanzar en la actividad de investigación y la formación de recursos humanos.

La formación de personal científico ocupó, desde los primeros años, un lugar prioritario en la actividad del grupo: *apenas me hice cargo del laboratorio lo primero que busqué es que la gente se doctore. No lo pude hacer de inmediato porque no teníamos equipamiento y temas originales* (Quel, 2010(a)). Al comienzo, recibió estudiantes de física para realizar su tesis de grado¹⁰³, y alumnos de ingeniería para hacer el proyecto final. Más adelante, se sumarían estudiantes argentinos, luego de realizar estudios prolongados en Francia, Suiza e Italia. Cuando el desarrollo del grupo permitió contar con temas originales y mayor equipamiento, comenzaron las tesis doctorales, primero en física y luego, también en ingeniería: *hoy ya no mandamos más a nadie al exterior para hacer su tesis doctoral. Sí salen para hacer una estadía postdoctoral. Las tesis que hacen aquí son de buena calidad internacional y a veces cuentan con un codirector extranjero* (Quel, 2010(b)).

No sólo doctorandos en física e ingeniería encontraron en el Grupo Láser un ámbito propicio para sus estudios, sino también un doctorando en medicina realizó allí la parte experimental de su tesis: *un médico del Hospital Argerich, el Dr. Edgardo Chouela, nos contactó para poder trabajar aquí en problemas de demartología. Hizo prácticamente toda la parte experimental aquí irradiando con láser ultravioleta* (Quel, 2010 (a)). La misma dio lugar al desarrollo del primer bisturí láser argentino que, a su vez, fuera el primero utilizado

¹⁰² Osvaldo Vilar (Técnico Óptico), Héctor Manzini (Dr. en Física), Ricardo Banilis (estudiante de Ingeniería Electrónica), José Silvestre (Técnico Electrónico) y Jorge Petasne (Ingeniero Electrónico).

¹⁰³ Verónica Slezak, José Eduardo Wesfreid, Alejandro Peuriot, Francisco Manzano, Emilio Petriella, Laura Azcárate, Oscar Martínez, Jorge Tredicce, Mario Marconi, Alejandro Hnilo, estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA; Jorge Rocca de la Universidad de Rosario; Héctor Di Rocco y Graciela Bertucelli, de la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. (Azcárate et al., 2007).

en un hospital del país (el Hospital Argerich de la ciudad de Buenos Aires). Esta tecnología se transfirió, luego, a la empresa RAYCOR de Córdoba, constituyendo la transferencia de tecnología más importante realizada por el Grupo.

En 1972 se hizo el primer láser de CO₂. Con la intención de explorar sus posibilidades y aplicaciones, también se hicieron funcionar láseres de rubí, He Ne, CO₂ continuo y TEA (pulsado), He-Cd y Ar. Asimismo, se diseñaron y construyeron láseres para investigación y enseñanza; aplicaciones militares, como telémetros para blindados, posicionadores ópticos, altímetros y giroscopos. Hubo una importante contribución, al “Departamento de Control, Simulación y Guiado”, en lo relativo a la utilización de láseres para simulación de tiro con diversas armas. Aplicaciones de utilización dual, como el ya mencionado bisturí láser y, para la industria, se desarrollaron láseres de potencia media para soldadura y corte, y para medición de espesores (Quel, 2010(a) y (b)).

En 1980, el “Grupo Láser”, junto con otros cuatro laboratorios¹⁰⁴, se incorporó al sistema de Centros del CONICET bajo el nombre de “Centro de Investigaciones en Láser y Aplicaciones”, CEILAP (CITEFA-CONICET). Esta vinculación fue posible gracias a la participación y el apoyo del Capitán de Navío José E. Chichizola, entonces a cargo de la Dirección de Investigaciones Científicas de CITEFA. La relación con el CONICET representó *un punto de inflexión* (Quel, 2010(a)) porque supuso ajustarse a las normas de evaluación de la producción científica, procedimientos de los que carecía CITEFA. Incluso, veinte años más tarde, en el 2000, el Informe UNQ (2000:37) señalaba la debilidad de los sistemas de evaluación y de control de calidad vigentes en CITEFA.

3. Red de relaciones del CEILAP

En la red de relaciones del CEILAP, a nivel local, se encuentran las facultades de Ciencias Exactas y de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, otras universidades nacionales como: La Plata, del Centro (Pcia. de Buenos Aires), Rosario, Córdoba y Salta; centros de investigación del CONICET como el CIOp (La Plata) y el IFIR (Rosario) y organismos de investigación y desarrollo como la CNEA, la CONAE y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (Azcárate et al., 2007).

En 1972, por iniciativa del Dr. D’Alessio, el Grupo recibió su primera visita científica internacional: el investigador francés Alfred Kastler, Premio Nobel de Física, quién los impulsó a continuar desarrollando sus propios láseres. En diciembre de 1974, los visitó el Prof. Fortunato T. Arecchi, entonces Director del Istituto Nazionale di Ottica (INO) de Florencia, que regresó en 1980. Con ocasión de la primera visita del Prof. Arecchi, comenzó una estrecha relación con el INO por el que pasaron varios investigadores

¹⁰⁴ Centro de Investigaciones en Corrosión (CEICOR), Centro de Investigaciones en Sólidos (CINSO), Centro de Investigaciones Toxicológicas (CEITOX), Centro de Plagas e Insecticidas (CIPEIN). Véase Capítulo 3.

jóvenes del grupo. También se organizaron, a lo largo de los años, cursos y seminarios con la presencia de investigadores extranjeros y trabajos de investigación conjuntos. Entre otros se destacan Heinrich Hora, Herbert Walter, Jean Pierre Scherman, Michel Dumont, Maurice Françon, Gerard Mégie, Pierre Flamant, Lucien Doyennette, Kazuhiro Asai, Hideaki Nakane, Akira Mizuno, Nobuo Sugimoto, Tomoo Nagahama, Masaji Ono, Claudio Casiccia, Hubert Van den Bergh, Jacques Porteneuve, Sophie Godin- Beeckman, Ensheng Fu y Fernando Congeduti (Azcárate et al., 2007).

En 2004, el laboratorio fue elegido Centro de Excelencia por la Academia de Ciencias para el Tercer Mundo (TWAS), promotora de la colaboración horizontal Tercer Mundo-Tercer Mundo¹⁰⁵, de modo que, un investigador proveniente de otro país del Tercer Mundo, interesado en física de láseres, puede postular al CEILAP y Naciones Unidas financia su estadía.

En el financiamiento de los proyectos participaron organismos como la Organización de Estados Americanos (OEA), el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de Francia, la National Science Foundation (NSF) de Estados Unidos, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), la Unión Europea y, a nivel local, el CONICET y el FONCyT.

Uno de los proyectos del CEILAP, con financiamiento internacional, es el “Proyecto SOLAR”, instalado en la Base Aérea Militar de Río Gallegos, cuyo objetivo es estudiar las variaciones que se producen en la atmósfera. El laboratorio integra la Red Aeronet de la NASA y la Network for Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC)¹⁰⁶: *es el primero que hay en Sudamérica; hay otros once distribuidos por el mundo: uno en la Antártida, otro en la Isla de la Reunión¹⁰⁷ (Francia), un tercero en Nueva Zelanda y ocho en el hemisferio Norte. Mirando un planisferio se ve nuestro laboratorio de Río Gallegos, aislado del mundo, es un lugar ideal*, comenta con satisfacción el Dr. Quel (2010(a)).

4. Logros del CEILAP

El acervo de capacidades científico-tecnológicas conseguido a lo largo de cuarenta y cinco años de trabajo y sintetizados en los logros del Cuadro 4.1 junto con su red de vinculaciones, manifiestan el nivel de excelencia alcanzado por el CEILAP.

¹⁰⁵ TWAS es una organización internacional autónoma fundada en 1983 con sede en Trieste, Italia. Su principal objetivo es promover la capacidad y excelencia científica para el desarrollo sustentable del hemisferio Sur.

¹⁰⁶ La Network for Detection of Atmospheric Composition Change (Red para detección del Cambio en la Composición de la Atmósfera) es un importante actor internacional en los esfuerzos de investigación de la atmósfera. Consiste en un conjunto de estaciones de investigación distribuidas globalmente con el objetivo de proporcionar mediciones, consistentes y estandarizadas en el largo plazo, de los gases atmosféricos, las partículas, los rayos UV que llegan a la superficie de la Tierra, y los parámetros físicos.

¹⁰⁷ Situada en el océano Índico, al este de Madagascar.

No menos relevante son los logros alcanzados en la formación de recursos humanos en I+D y su capacidad para retenerlos. El Cuadro 4.2 muestra la composición actual de la planta del CEILAP que en 1970 contaba con sólo cinco personas. En tanto el organigrama del Gráfico 4.1 permite apreciar las principales líneas de investigación del Centro en la actualidad.

Cuadro 4.1. Logros del CEILAP

Dispositivos, Sistemas y Tecnologías	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de comunicaciones con portadora láser por aire ▪ Sistema de comunicaciones con láseres pulsado punto a punto por aire ▪ Láser de rubí ▪ Láser de He-Ne. ▪ Láser de CO₂ ▪ Láser de Argón pulsado y continuo ▪ Láser de He-Cd ▪ Láseres de colorantes pulsados y continuos ▪ Láseres de Nd:YAG y Nd vidrio ▪ Q switch en láseres sólidos ▪ Láseres TEA CO₂ de hasta 5 J por pulso ▪ Láseres de He-Ne para holografía (para varias Universidades Nacionales) ▪ Láser de CO₂ de 500 Watts continuo para corte y soldadura (transferencia de tecnología a empresa) ▪ Bisturí láser para cirugía general (entregado al Hospital Argerich y transferencia de tecnología a empresa) ▪ Telémetro láser para vehículos de combate ▪ Balizas flash para paracaidistas ▪ Balizas flash para aeropuertos (utilizados en la guerra de Malvinas) ▪ Sistema de puntería láser para armas livianas (se realizaron 18 utilizados en la guerra de Malvinas) ▪ Altimetro láser para aviación. ▪ Separación isotópica con Láser TEA CO₂ del SF₆ (S³²) ▪ Prototipo de laboratorio de giróscopo de fibra óptica. ▪ Simulador de tiro de armas livianas ▪ Simulador de tiro para tanques. ▪ Detector fotoacústico en base a LEDs para NO₂ ▪ Sistema lidar de absorción diferencial para medición del ozono estratosférico. ▪ Sistema lidar de retrodifusión a 6 vías para medición de aerosoles, capa límite y vapor de agua. ▪ Sistema lidar Raman a 6 espejos para laboratorio CTA. ▪ Red de sistemas lidar para la medición de cenizas volcánicas (El primero de los equipos se instaló en Bariloche el 1 de febrero de 2012. Se están desarrollando otros 4 equipos) ▪ Kit didáctico para enseñanza de la Óptica en base a láseres 	
Extensión	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cursos de láser en medicina para médicos. ▪ Cursos de láseres en el interior del país. ▪ Cursos de grado de Optoelectrónica para la carrera de Ing. Electrónica 	

Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por el Dr. Eduardo Quel (2012)

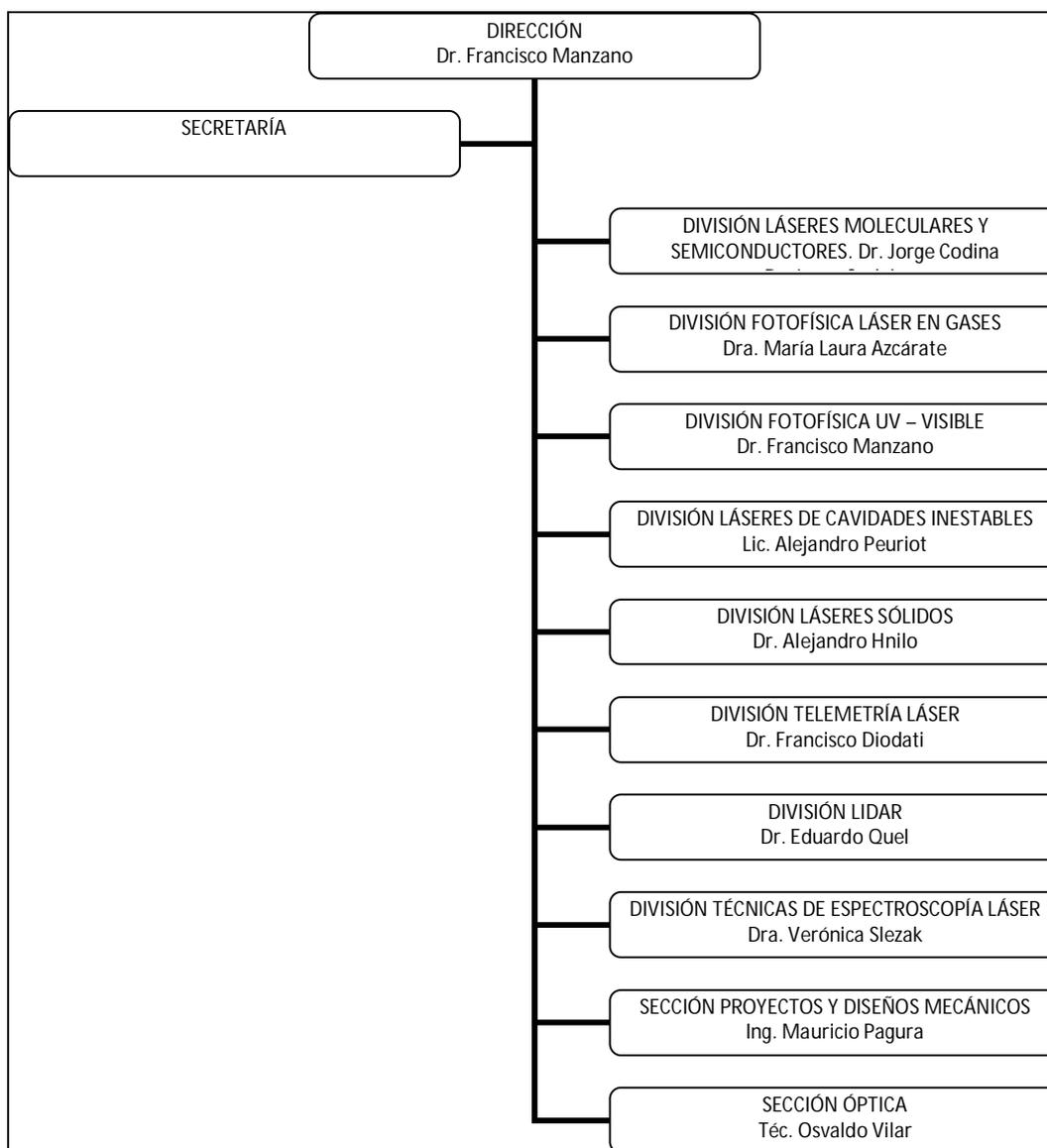
Cuadro 4.2. Planta de personal del CEILAP. Año 2012

Personas según Formación		Personas según función	
Doctor	14	20,6%	Investigadores y becarios 73,5%
Ingeniero	9	13,2%	

Licenciado	10	14,7%		
Terciario	4	5,9%		
Becarios	13	19,1%		
Técnico	14	20,6%	Personal Técnico I+D	20,6%
Administración	4	5,9%	Personal de apoyo I+D	5,9%
Total	68	100%		100%

Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por el CEILAP (2012)

Gráfico 4.1. Organigrama del CEILAP. Año 2012.



Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por el CEILAP

5. El CEILAP como caso de investigación técnico-instrumental (ITI)

Para una mayor comprensión del trabajo y las relaciones, sociales e institucionales, que el CEILAP estableció con su entorno y, en particular, con la organización que lo

alberga, CITEFA, el estudio se estructura a partir de las características de la investigación técnico-instrumental señaladas por Shinn (2000).

El centro de la investigación técnico –instrumental es el instrumento y sus principios de funcionamiento y diseño. En ella, los investigadores, se interesan por conocer las regularidades y las leyes a aplicar en la concepción y construcción de instrumentos genéricos. A través del dominio de esos principios, crean aparatos flexibles que pueden ser utilizados en un amplio abanico de sectores. Entre este tipo de instrumentos se cuentan la ultra centrífuga, el espectrómetro por transformada de Fourier, el láser, el contador de centelleo (Shinn, 2000).

En el siguiente testimonio de Quel, se encuentra un ejemplo de cómo, para este tipo de investigación, el conocimiento tiene por objeto el desarrollo del instrumento:

Para los láseres pulsados una tecnología muy importante es la del pulso gigante. Esto significa que si uno toma un láser pulsado y lo excita, el pulso es irregular, generalmente. Para que se pueda utilizar para aplicaciones como medir distancias hay que hacerle un tratamiento especial. Por la lectura de libros sabíamos, perfectamente, que había que dominar esa técnica pero en Argentina nadie lo había logrado. En el año 74, nos pusimos a trabajar en eso y se puso a punto mediante la tesis doctoral de un físico que luego hizo una carrera brillantísima: Oscar Martínez, y se logró dominar esa tecnología en todos sus aspectos. Hoy en día, esa técnica forma parte del patrimonio tecnológico de nuestro país (Quel, 2010(a)).

¿Qué diferencia a la investigación técnico-instrumental de otros tipos de trabajo científico? Para Shinn (2000), los elementos que le otorgan fisonomía propia son: la generalidad, la intersticialidad y la metrología, peculiaridades que se explican e ilustran en las siguientes secciones.

6. La generalidad de la investigación técnico-instrumental vista a través del CEILAP

El trabajo cotidiano de los investigadores técnico-instrumentales, gira en torno al análisis destinado a justificar los principios de base del instrumento y a experimentar diversas adaptaciones para mejorar su desempeño (Shinn, 2000): *se trabajó muy intensamente en el dominio de diferentes técnicas de excitación del material láser, indispensable para lograr una alta eficiencia (Quel, 2010(a)).*

La dedicación al análisis y a la realización de pruebas y modificaciones, *requiere tener personal que esté diseñando y mejorando los sistemas en forma permanente (Quel, 2010(b))*, razón por la cual, Shinn (2000) denomina, a los investigadores técnico-instrumentales, “*artesanos*” dedicados a un “*bricolage permanente*”. El dominio de los principios de funcionamiento del instrumento constituye el orgullo de estos investigadores:

éste es un laboratorio pionero en Argentina al lograr el manejo de la tecnología del pulso gigante (Quel, 2010(b)).

Durante la etapa de concepción y diseño, los investigadores técnico-instrumentales, siguen las normas propias del trabajo científico y guardan distancia de los usuarios finales del instrumento (Shinn, 2000):

Luego de la crisis que sufrió nuestro país en los años 88 y 89, nuestro laboratorio perdió valiosos científicos que emigraron. Después de dicha crisis, hicimos un replanteo de objetivos y de posibilidades, y como conclusión nos propusimos hacer un sistema lidar para medir perfiles de ozono estratosférico. Después de haber visto los primeros lidars en el 92, dije: “ahora sería muy interesante ver si pudiéramos hacer un lidar de ozono acá”. Estuvimos estudiando y dijimos “esto lo tenemos que poder hacer”. Era un desafío gigantesco, ¿cuántos lidars había en el mundo como esos? cinco o seis, no había muchos. Empezamos en el 95, compramos el primer laser excímero. Conversé con algunos colegas, todos estábamos preocupados pero fuimos avanzando. En el 98, teníamos el primer prototipo andando con un telescopio de 50 cm de diámetro. Pasaron dos o tres años más y tuvimos uno con cuatro telescopios de 50 cm cada uno. Discusiones, problemas de todo tipo, gente que no cumplió, de todo nos pasó, pero lo tuvimos. Después de eso hicimos una caja espectrométrica en la que nos ayudó mucho un ingeniero francés que la diseñó, y en nuestros talleres hicimos todo: cada elemento, uno por uno, razonablemente comparables a lo obtenido importándolos. Hoy tenemos ese equipo andando en nuestro Observatorio Atmosférico de Río Gallegos, OAPA, desde hace ya 6 largos años, y la versión que opera actualmente es excelente, constituyendo un equipo de una altísima complejidad y su funcionamiento es también excelente (Quel, 2010(a)).

Cuando se calcula el tiempo transcurrido desde el establecimiento del objetivo, por parte del Grupo, hasta tener el instrumento operando - casi una década-, se comprende la importancia dada por estos investigadores, a la independencia respecto de usuarios finales que presionen con márgenes estrechos de tiempo (Shinn, 2000).

Sin embargo, aunque los instrumentos no se conciben a partir de las demandas y exigencias técnicas de los usuarios finales, y el epicentro de la actividad de la investigación técnico-instrumental es una acción de “descontextualización – descomposición” de los instrumentos; es frecuente encontrar a estos investigadores desarrollando una acción de “recontextualización- recomposición” para la aplicación del instrumento en un campo concreto (Shinn, 2000). Para realizar esta última tarea, abandonan, temporalmente, la división propia del trabajo científico y se adaptan a las formas de división del trabajo de las profesiones y organizaciones clientes. Shinn (2000) denomina “intersticialidad” a esta posición descentrada, producto de los desplazamientos de los investigadores técnico-instrumentales y de una fluctuación de fronteras respetuosa de la diversidad de clientes e instituciones.

7. La “intersticialidad” como punto de observación del SNI

Si bien el instrumento genérico es el objeto del investigador técnico-instrumental, su adaptación a los modos de organización del trabajo de los usuarios finales, se pone de manifiesto en la profunda comprensión que demuestran del contexto de aplicación. Como se puede observar, en los relatos a continuación, el contexto puede variar desde la aplicación de un láser CO₂ para cirugía dermatológica hasta para corte y soldadura de chapas, o un láser He-Ne para enfocar el lugar preciso para efectuar una incisión o bien, para alinear la trayectoria de un avión:

Para el bisturí hubo que hacer un desarrollo tecnológico realmente muy importante de óptica, de electrónica, de optoelectrónica: la radiación de un láser de CO₂ es infrarroja, en 10,6 micrones, infrarrojo lejano, que, para usarse sobre el cuerpo humano, tiene que ser una radiación capaz de cortar la piel cuando se la enfoca, adecuadamente, con una lente. Básicamente, quema, pero quema de una forma indolora, pudiéndose usar sin anestesia, en algunos casos. Tenía un brazo articulado con siete espejos que permitía llevar la radiación al lugar que uno quería. Además tenía un láser de He-Ne que servía para hacer puntería. Antes de disparar, como el infrarrojo no se ve, el médico tiene que saber en qué lugar exacto va a caer la radiación. Primero, un He-Ne con el cual hacía puntería y, después, apretaba un pedal, salía la radiación infrarroja y eso actuaba sobre el cuerpo del paciente, cauterizando (Quel, 2010(a)).

Hicimos láseres de HeNe con los cuales, por ejemplo, era posible guiar a los aviones a pistas hechas en caminos que a veces son difíciles de encontrar desde el aire. Con un He Ne se le apuntaba al avión y el avión podía reconocer rápidamente la pista. La ventaja del He Ne es que lo ve sólo el destinatario, el resto de la gente no lo ve porque es muy direccional. Si uno se "mete" en el haz de un láser de He Ne lo ve con un brillo que es superior al del Sol, y si hace un paso al costado, ya casi no lo ve más. Es fantástico para la alineación (Quel, 2010 (b)).

Su posicionamiento entre diversos grupos de interés -universidad, salud pública, industria, aeronáutica, defensa, servicios de metrología del Estado-, los sitúa estratégicamente para difundir sus instrumentos y metodologías en distintas direcciones (Shinn, 2000):

También vendimos la tecnología de un láser de CO₂ continuo pero de alta potencia para corte y soldadura. Un láser interesante, que tenía un solo tubo de 3 m de largo, de unos 400 W. Para que el número tenga algún significado con una buena platina automática, sirve para corte de materiales blandos y soldadura de chapas no demasiado gruesas. Es un láser de interés industrial. Por supuesto, hoy, los láseres de interés industrial, pueden tener potencias más elevadas, 2000 - 3000 W, son máquinas herramienta comunes en muchos lugares. Esta tecnología cambió de inmediato; al poco tiempo había otra tecnología para excitar y hacer esas máquinas de mucho menor volumen (Quel, 2010 (b)).

Estas relaciones con sectores, tan diversos, permite, a su vez, sacar ideas y experiencias de un contexto de aplicación y llevarlas a otro: *ahora estamos haciendo un soporte para un telescopio extraordinariamente delicado. Esto que se está haciendo son conocimientos fundamentales que, después, pueden ser aplicados en algún tipo de*

aplicación que a la defensa le resulte de interés (Quel, 2010 (b)). En este sentido, Shinn (2000) sugiere que, la investigación técnico-instrumental, se construye sobre la “transgresión” de fronteras.

Como, siguiendo a Sábato (1994), *la tecnología transcurre en el ambiente de la estructura productiva, con toda su riqueza y complejidad, y donde la lucha de poder se da realmente*, los investigadores técnico-instrumentales, experimentan cómo el sistema de incentivos vigentes puede dar lugar a un círculo virtuoso o, por el contrario, desalentar las inversiones vinculadas al desarrollo tecnológico:

A instancias de los médicos se decidió transferir la tecnología del bisturí a una empresa. Para lo cual se hizo un segundo prototipo de bisturí más sofisticado, más esbelto. Cuando se terminó el producto se vendió a una empresa de Córdoba, llamada RAYCOR, que se presentó a licitación y nos pagó regalías por los equipos que hizo. Pero, para mí, esa no fue la mejor empresa para esto, sabían mucho de electricidad pero ignoraban mucho de optoelectrónica. Se metieron con los láseres porque creyeron que era más sencillo pero la industria optoelectrónica no es trivial.

Por otra parte, esta empresa no tenía el capital necesario para empezar a buscar ventas. Ciertamente, el mercado latinoamericano no es el ideal para estas tecnologías. Hace treinta años era muy interesante, prometía mucho, pero los clientes no aparecían rápidamente.

Pero la política económica fue probablemente el tema decisivo: con la crisis del '89, y el posterior desenlace con la conversión del 1 a 1 que, para este tipo de tecnología, no fue buena porque, si bien se contaba con un dólar barato para las componentes importadas, cuando terminaba de armarlo, entre salarios y otros gastos, el precio no era competitivo respecto de los precios de importación que estaban medio liberados en ese momento. Esa política económica, hizo que no fuera rentable y, además, el número de bisturís que se podía vender en Argentina no era importante y salir a América Latina, en ese momento, tampoco era rentable, con lo cual se discontinuó la fabricación del bisturí. Con el láser de corte y soldadura, que también les transferimos, también tuvieron problemas (Quel, 2010 (b)).

Resulta evidente la similitud entre el ejemplo del bisturí y la siguiente experiencia relatada por Sábato:

Nosotros desarrollamos, completamente, una aleación para hacer filtros para la industria azucarera que en la Argentina se importaba, bajo pretexto de que la tecnología para hacerla no se conocía, las industrias no la poseían y había toda una situación complicada de patentes. Hicimos cinco toneladas del material, en una planta piloto instalada, con la confianza de que todo estaba resuelto. El problema era incorporarla al sistema productivo: para eso la habíamos hecho, no para nuestro placer. Pero cuando estábamos celebrando el éxito, un simple cambio de la tarifa de aranceles tiró al diablo todo el trabajo nuestro, porque bajaron los aranceles a la aleación importada y, entonces, nuestro desarrollo se transformó en un lindo juego de salón que a nadie le importaba usarla. Descubrimos la primera verdad de perogrullo: es inútil hacer investigación si la política económica va por un lado y nosotros íbamos por otro (Sábato, 1994).

Quel (2010, b)) agregaba que, en el laboratorio, *las discusiones sobre hacer una empresa han sido infinitas. Algunos se lanzaron a dicha aventura¹⁰⁸, pero para ello estimo que antes hay que tener un respaldo, para sostener el ritmo de inversión exigido por una tecnología que evoluciona a gran velocidad, y después comenzar a hacer algún pequeño desarrollo de tecnología. Además, es necesario tener un cierto clima general de industrias subsidiarias que permita competir* (Quel, 2010 (b)) para, como agregaba Bracco, *realizar el scaling up, disponer de repuestos, manuales y realizar el posterior mantenimiento. Ese es el problema: no hay industrias que sean capaces de hacer el scaling up de esos desarrollos, porque FFMM está muy vinculada a las municiones y a ciertas armas, entonces nos quedamos a nivel científico o a ingeniería reversa y mantenimiento* (Bracco, 2010).

Otra prueba de la posición intersticial de la ITI es la diversidad de medios utilizados para difundir los instrumentos y las técnicas: artículos en revistas académicas, informes confidenciales, informes de consultoría, foros profesionales de la ciencia, la industria, los servicios técnicos del Estado; y la diversidad de instituciones a las que pertenecen sus practicantes (Shinn, 2000). En el CEILAP es posible encontrar, además de las publicaciones y comunicaciones científicas¹⁰⁹, participación en congresos médicos para dar a conocer el bisturí o en una feria de máquinas herramienta para presentar el láser para soldadura y corte, elaboración de notas secretas para algunos desarrollos militares o temas sensitivos¹¹⁰, y hasta una exposición en una maestría de negocios:

Yo di una charla para explicar cómo desarrollamos el proyecto del lidar, cómo busqué el financiamiento. La primera vez que la di fue porque me entusiasmaron unos colegas amigos, entonces la armé y quedaron todos encantados de ver lo que habíamos hecho. De pronto me di cuenta que hay mucha técnica que uno desvaloriza, en cierto modo de tanto hacerla, por ejemplo, la “tecnología” de saber conseguir el dinero oportunamente. (Quel, 2010(a)).

8. El trabajo científico como “locus” de la investigación técnico-instrumental

La investigación técnico-instrumental, no obstante la comprensión que alcanza de diferentes sectores y de la dinámica de la innovación, se identifica con la división del trabajo propia de la investigación científica:

¹⁰⁸ Emilio Petriella, Rolando Korch, Carlos Piaggio y Martín Monti, decidieron probar suerte con una empresa propia en láseres y aplicaciones (Laseroptics) (Azcárate et al., 2007).

¹⁰⁹ Disponibles en las Memorias anuales del CEILAP.

¹¹⁰ En 1979, se logró el enriquecimiento isotópico mediante láser -sólo tres años más tardes que en EEUU- y que, en consideración de Quel, fue el logro más importante del laboratorio. En ese momento lo comunicaron al Almtte. Castro Madero, entonces Presidente de la CNEA, quién les recomendó mantenerlo en secreto para evitar conflictos con Estados Unidos. En 1988 trabajaron con INVAP en un proyecto de enriquecimiento de uranio en base a esa tecnología, abortado por la crisis económica de 1989 (Quel, 2010 (b)).

Desde mi punto de vista, tiene que haber una separación, muy estricta, entre la gente que está formada y que sabe resolver problemas, y aquellos que están dedicados a llevar adelante la ingeniería del producto. Por ejemplo, la filosofía que INVAP tiene para trabajar es una filosofía excepcionalmente buena: lo han demostrado. Ellos hacen productos y logran venderlos en el mercado y competir con otros países. Eso es posible, pero con otra filosofía diferente a la que se usa para investigación y desarrollo. La gente está allí para hacer productos, no están para investigar cómo se puede armar un telémetro láser y como se puede mejorar el pulso. Hay dos estamentos, el país tiene que cubrir los dos, uno es el de investigación y desarrollo. Nuestro laboratorio está en la etapa de generar conocimiento, de desarrollar instrumentos, de lograr la eficiencia en los sistemas internos (definición acabada del objeto de la investigación técnico-instrumental). Una vez que tenemos los productos definidos, el diseño se lo dejamos a quien sepa hacerlo. INVAP hace diseño. Ellos no tienen como actividad principal investigar, lo hacen en algún caso pero, como no es su objetivo, otros temas nos lo dejan a nosotros. De este modo nos complementamos y trabajamos bien, aunque, a veces, ni nos vemos (Quel, 2010(a)).

El extenso comentario de Quel para describir el contenido de su trabajo muestra cómo los investigadores técnico instrumentales se perciben a sí mismos como científicos y consideran a la investigación científica el centro de gravedad de su trabajo. Por ese motivo, una vez finalizada la transferencia de tecnología, regresan a la posición propia de la actividad científica: *también desarrollamos y vendimos láseres de CO₂ sintonizables, pero después volvían para reparaciones y eso nos mantenía enganchados con los equipos: un trabajo un poco tedioso, tipo empresa, y eso a la gente no le gustó. Así que tuvimos que resolver ese conflicto y finalmente los dejamos, porque nos convertía poco menos que en una empresa, y no es motivo de un laboratorio hacer ese tipo de trabajo (Quel, 2010 (b)).*

Su pertenencia a la comunidad científica se manifiesta, también, en la relevancia otorgada al prestigio académico y al juicio de los pares:

La Ecole Polytechnique Militaire (EPM) de Francia es un lugar donde se enseña ingeniería en el mejor nivel y tiene laboratorios de investigación que son de primera. Nosotros tomamos contacto con el laboratorio de lidar en 1973-74, se trata de un laboratorio muy reconocido internacionalmente. Nosotros nos formamos con ellos mandando una persona, después fue otra a hacer su tesis allí y una tercera a la Universidad Marie Curie. Tuve una colaboración muy intensa con Francia. Después de 15 años (en 1994 el CEILAP construyó el primer lidar) empezamos a jugar un rol más interesante (Quel, 2010(a)).

A lo largo de sus cuarentas años de existencia, han hecho su tesis doctoral en el CEILAP más de veinticinco doctorandos y entre treinta y cuarenta estudiantes de física e ingeniería realizaron allí su tesis de grado.

9. El management del conflicto en el CEILAP

Conservar la distancia “protectora”, respecto de los clientes, propia de la investigación técnico-instrumental, se torna conflictivo cuando éstos son, también, autoridad jerárquica y presupuestaria, como sucede en el CEILAP. En estas circunstancias, los cuestionamientos y presiones se agudizan:

Necesitamos que nos dejen trabajar, así estamos estudiando y aprendemos. Todo esto requiere tiempo, catálogos, libros, equipos, y esta tecnología va a una velocidad fenomenal que no podemos seguir de atrás, sino haríamos aplicaciones absolutamente obsoletas. Para hacer un desarrollo hay que tener personas que estén muy por encima del problema a resolver. Incluso, si se decide comprar afuera no se admite cometer errores, para eso hay que saber, hay que estar años de laboratorio estudiando, mirando, leyendo, aprendiendo. No entienden que el objetivo no es la tesis, el objetivo es saber. ¿Para qué queremos tesis doctorales?, para hacer un desarrollo como corresponde y para probar diferentes variantes, algunas de ellas, originales, novedosas. Cuando se habla de las publicaciones también hay una crítica: “claro, vienen acá a publicar”. Hemos oído ese tipo de comentarios, muchas veces, comentario muy destructivo, de gente que no comprende que si uno no incentiva a la gente intelectualmente, es muy difícil que la gente se pueda brindar para un desarrollo, sobre todo en laboratorios de investigación. Esta política dio como resultado que hoy disponemos de un conjunto de investigadores formados en el mejor nivel. Cuando surja un proyecto o una aplicación militar lo haremos. Pero cuesta comprender todo el trabajo de preparación necesario y cuando ese trabajo no se materializa, de modo más o menos inmediato, en un dispositivo, algunos lo consideran una pérdida de tiempo (Quel, 2010 (a)).

La estrategia seguida por el grupo para bajar el nivel de conflicto y, simultáneamente, mantener un ámbito de autonomía, fue la de relacionar las diferentes líneas de trabajo con potenciales aplicaciones militares:

Desde el punto de vista de la generación de proyectos, se propone un tema, surge una posibilidad, surge otra y se va armando. Siempre vamos buscando que, después, se pueda vender internamente por si me piden algo poder decir al instituto “esto lo tengo para ustedes”. Ahí está la viveza nuestra: estar siempre mirando para no irnos de “mambo”. Esa fue la política que llevamos adelante acá, con el apoyo de nuestros colegas, y lo hemos logrado, por eso nuestro laboratorio no es tan cuestionado (Quel, 2010 (a)).

Sin embargo, lograr ese espacio de libertad no fue fácil, dependiendo de la comprensión que, las autoridades de turno, tuvieran de las características de este tipo de investigación (Quel, 2012). Por su parte, Sevilla confirma la efectividad de la estrategia: *Quel es un científico con los pies en la tierra que hace mucho desarrollo tecnológico, comprende que estando donde está, tiene que hacer dispositivos de aplicación militar (Sevilla, 2010 (b)).*

10. La exactitud y la precisión como objetivos de la investigación técnico-instrumental

Finalmente, queda por describir, la estrecha vinculación de la investigación técnico-instrumental con la metrología (Shinn, 2000). La capacidad de todo instrumento implicado en la detección, medición y control depende, completamente, del grado de refinamiento de su potencial de metrología, en términos de exactitud y estabilidad: *los lidares son equipos muy buscados porque miden con gran precisión el perfil de ozono en un punto. Los satélites miden superficies muy grandes, pero con poca precisión* (Quel, 2010 (a)); y, también de las variables físicas observables y de la capacidad de medir esas variables en condiciones diferentes y, muchas veces, difíciles: *ahora se incorporó (al Proyecto SOLAR) un instrumento nuevo que depende de la Universidad de Washington, para medir las tormentas eléctricas que hay en Argentina. Hay uno en Río Gallegos, uno en Trelew, otro en Córdoba, otro en Perú y en San Pablo. Con esos cinco instrumentos se puede localizar por triangulación donde se produce una caída de rayo* (Quel, 2010 (a)).

La vinculación con la metrología aparece, asimismo, en la importancia que ocupa en la formación de sus practicantes: *la persona tiene que aprender las tecnologías, alguien lo tiene que guiar: “estos son los detectores que hay, los rangos de respuesta que tienen, para qué conviene usar cada detector, etc.”* (Quel, 2010 (a)).

El caso del CEILAP permite describir e ilustrar los rasgos propios del funcionamiento cotidiano de la investigación técnico-instrumental, experiencia que, a su vez, facilita la identificación de las dificultades que encuentra el desarrollo de tecnología cuando los diferentes agentes que participan en la innovación no están vinculados de modo efectivo a través de un contexto que provea los incentivos adecuados.

CAPÍTULO 5

Conclusiones

En el análisis realizado en los diferentes capítulos se han ido esbozando las principales conclusiones derivadas de la investigación; aquí se integran en una síntesis final y se identifican líneas para futuros trabajos.

En primer lugar, es necesario destacar que no es correcto considerar a las FFAA como una unidad monolítica. Cada una de las fuerzas tiene una cultura y una tradición propias. Por otra parte, durante la primera mitad del siglo XX, las FFAA estaban compuestas por el EA y la ARA, con un mayor peso del EA tanto por su superioridad numérica como por su rol histórico desde los tiempos de la independencia. Este peso histórico, al modo de un “path dependence”, dominó, como manifiesta Potash en su obra, la participación política de la fuerza a lo largo del siglo XX.

Desde el punto de vista de la tecnología, diferentes autores, y hasta el mismo Savio, coinciden en la carencia de una tradición técnica en la formación del cuadro de Oficiales del EA. Basta recordar como Potash y De Paula & alt., utilizaban el término “improvisación” para referirse a la preparación técnica recibida por los oficiales, con la excepción de un pequeño grupo constituido por los oficiales ingenieros militares. Diferente es la situación de la ARA y la FAA puesto que, tanto un buque como un avión constituyen plataformas tecnológicas sobre las que se montan los diferentes sistemas de armas.

Se puede afirmar también, que la industria para la defensa no se diferenció del resto de la industria local: una producción concentrada en las ventajas comparativas y en las etapas industriales y productos más sencillos desde el punto de vista tecnológico, limitada al abastecimiento del mercado interno; el desarrollo tecnológico local subordinado a un rol de complementariedad para la adaptación de bienes de capital y de productos importados; la tendencia a la compra de plantas llave en mano; es decir, una industria que no planteó demandas importantes al complejo de CyT. Incluso cuando la producción para la defensa, bajo la conducción de Savio, tuvo la intención de jugar un rol de liderazgo en el desarrollo industrial del país, no contó con industrias conexas y personal técnico con las competencias necesarias para desarrollar actividades de mayor complejidad tecnológica.

Las demoras en las inversiones previstas por la Ley 11266/23 para las fábricas militares y en las propuestas por Savio para el Plan Siderúrgico Nacional; los distintos programas para la compra de armamento en el extranjero, como la Comisión de Adquisiciones en la década del 20, los esfuerzos realizados en EEUU y en Europa durante la Segunda Guerra Mundial y el Plan Europa en la década del 60; el abandono de desarrollos en sectores de alta complejidad tecnológica como los que tuvieron lugar en la Fábrica Militar de Aviones en las décadas de los ´40 y ´50 o el retraso tecnológico de las FFAA puesto de manifiesto con ocasión de la Guerra de Malvinas, son elementos que

apoyan la hipótesis acerca del escaso interés en el desarrollo tecnológico local por parte de las FFAA como institución. Estos hechos presentan una conducción militar que, en ocasiones, se preocupó por el equipamiento de las fuerzas pero no por la manera de conseguirlo y un Estado nacional carente de una política tecnológica para la defensa.

En contraposición al comportamiento descrito en el párrafo anterior, surge la participación relevante que tuvieron los militares en industrias básicas como el acero y el petróleo. Cabe preguntarse, entonces, si ese protagonismo fue consecuencia del interés de las FFAA en esos sectores productivos o del espíritu emprendedor de algunos de sus cuadros técnicos.

Es incuestionable la trascendencia de la obra de Mosconi y Savio. Ambos militares experimentaron la vulnerabilidad de la dependencia en sectores estratégicos para la defensa, y es muy probable que hubiesen compartido muchos puntos de vista de los tecnólogos y científicos que, años más tarde, dieron lugar al denominado “pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología”. Sin embargo, Savio no consideraba la promoción de las industrias de base como una tarea de las FFAA sino como un empeño nacional en el que las FFAA como parte del Estado, podían cooperar para, una vez instaladas, ser gestionadas por privados. Es así que crea la figura “sociedad mixta” de modo que el Estado tuviera la posibilidad de retirarse o disminuir su participación a medida que la iniciativa privada se fuera consolidando.

Desde el punto de vista de las modernas teorías de la firma, la posición de Mosconi y Savio, como conductores profesionales de empresas del Estado, habría favorecido una toma de decisiones basada en la racionalidad técnica que no tuvo que enfrentar el dilema de elegir entre la maximización del beneficio propio o el potenciar la capacidad de dichas empresas para liderar el desarrollo nacional. Se los podría caracterizar como oficiales “atípicos”¹¹¹, que no representaron la visión de las FFAA, con relación al rol de la industria y del desarrollo científico-tecnológico para el desarrollo económico y la autonomía nacional para la toma de decisiones.

En este contexto, la creación de CITEFA en la década del '50, se puede interpretar como “la solución de la época” al problema que las actividades de I+D planteaban a la gestión de la D.G.F.M. Sin embargo, un organismo que Oszlak (1976) y López (2002), consideraban bien posicionado para jugar un rol de importancia en favor del desarrollo tecnológico local, debido a su vinculación con un sector productivo, tuvo un papel marginal debido a la escasa cultura tecnológica de sus clientes.

Oszlak (1976: 58) señalaba, a dos décadas de la creación de CITEFA, la situación privilegiada del instituto afirmando que su integración vertical con el sistema de FFMM aseguraba una demanda sostenida a sus unidades de CyT. Sin embargo, esta afirmación procedería de una mirada que no alcanza un conocimiento suficiente acerca de la

¹¹¹ Ese término utiliza Hurtado (2005 (a)) para describir a Quihillalt por su pasión por la ciencia.

idiosincrasia de los agentes: FFMM, en la posición de productor, estaba conducida por sus usuarios, concretamente, el Ejército. Como muestra la experiencia recogida en los trabajos de Lundvall (2009 (b)), sólo los usuarios avanzados plantean a los productores demandas novedosas que son las que exigen actividades de I+D, o bien, son usuarios capaces de estar dispuestos a una interacción fluida para comprender las potencialidades de una novedad tecnológica procedente de actividades de I+D de los productores. No fue este el caso del Ejército que, como usuario “no avanzado”, no necesitaba de una interacción fluida con los productores porque al utilizar tecnologías estandarizadas o suficientemente conocidas recurría a proveedores extranjeros que ofrecían garantías de productos exitosamente probados.

Además, FFMM compartiendo los rasgos de la industria local, no estuvo orientada a la exportación y, por lo tanto, tampoco pudo beneficiarse de las economías de escala ni del contacto con otros usuarios. Este caso apoya lo que señalaban Botana y Sábato acerca de *que las dificultades que plantean los esfuerzos por vincular un sector productivo con la infraestructura de ciencia y tecnología, no pueden resolverse con soluciones parciales, como la puesta en marcha de laboratorios de investigación adscritos a las empresas estatales. Aunque esta tarea es sumamente importante, la clave del éxito radicaría en la movilización de inteligencias en distintos sectores (...), motivadas por los objetivos de una política tecnológica con respecto al sector productivo* (Botana & Sábato, 1968).

En CITEFA, a la situación recién descrita, se sumó la competencia existente entre las distintas fuerzas, de modo que, los usuarios con mayor formación técnica no siempre acudían al instituto en busca de soluciones. La falta de demanda y los problemas derivados de una gestión propia de las organizaciones militares que no da lugar a la consolidación de liderazgos, desembocaron en un *laissez-faire* como medio para descomprimir el conflicto con los grupos de investigación.

En contraste, la CNEA no fue una burocracia militar (Sheinin & Figallo, 2001), hecho que podría explicarse tanto por la autoridad científica y técnica que sus primeros gestores militares (Iraolagoitia y Quihillalt) reconocieron en el grupo de físicos y científicos de la DNEA (Mariscotti, 2004), como por la construcción de una visión compartida acompañada de estabilidad en la conducción.

Por otro lado, la ausencia de liderazgo en CITEFA facilitó al CEILAP, de manera indirecta, la autonomía que la investigación técnico-instrumental necesita para desarrollarse, espacio de independencia que hubiera sido más limitado en el caso de estar inserto en un organismo sectorial dinámico y tener que atender continuas demandas de sus clientes.

A su vez, la naturaleza de los resultados de la investigación técnico-instrumental, plasmados en diferentes tipos de dispositivos, explica por qué su actividad tuvo un grado de aceptación mayor que la de los centros pertenecientes al régimen transitorio, como el

CEITOX y el CEIPIN. Sin embargo, no se pueden obviar las habilidades de management de su Director, el Dr. Quel, para evitar que el centro fuera disfuncional en CITEFA. Es probable que estas habilidades estén estrechamente vinculadas a la posición intersticial de la ITI que, como atalaya, permite percibir la variedad y complejidad de factores presentes en la producción de tecnología.

Por otra parte, la experiencia del CEILAP muestra las dificultades para realizar ITI en un país periférico, en base a tecnologías dinámicas que exigen un alto nivel de inversión, con un mercado pequeño y sin industrias conexas. En este sentido, la ITI proporciona un espacio adecuado no sólo para profundizar en los modos de producción del conocimiento, sino también para comprender los diferentes actores y factores que intervienen en el dinamismo innovativo nacional.

Finalmente, este trabajo aporta evidencias acerca de la importancia de conocer, más acabadamente, a cada uno de los organismos del sistema de CyT nacional para comprender las causas que explican su desempeño. Concretamente, en este trabajo se ha observado al instituto de I+D militar a nivel conjunto. A través de estudios similares de otros organismos de I+D vinculados a las FFAA y a la defensa, se podrían identificar similitudes y diferencias entre cada una de las fuerzas (EA, ARA, FAA) como, así también, modos de organización y estilos de gestión adecuados para las actividades de CyT de aplicación militar. Un conocimiento más profundo de los actores aportaría a la calidad de la toma de decisiones en torno al desarrollo tecnológico e industrial vinculado a la defensa.

ANEXO

El láser¹¹²

1. Características del haz láser

El término láser proviene del acrónimo de *light amplification by stimulated emission of radiation*, en castellano, amplificación de luz por emisión estimulada de radiación. Se trata de un dispositivo que emite una luz monocroma, concentrada, coherente y particularmente intensa:

Monocromaticidad: la pureza de color de la luz de un láser es varios órdenes de magnitud superior a la de la luz monocromática de cualquier otro origen, cualidad que la hace insustituible en aplicaciones como la holografía¹¹³ y en algunos campos de la interferometría¹¹⁴, la espectroscopia¹¹⁵ y para el estudio de reacciones químicas o de procesos biológicos.

Direccionalidad: un láser emite luz en una dirección precisa y con muy escasa dispersión. La luz común ilumina una superficie cada vez mayor a medida que se aleja de la fuente; en cambio, la superficie iluminada por la luz de un láser se mantiene casi constante por más que se la aleje de la fuente, lo que dio origen al término *rayo láser* y constituye la base de aplicaciones de los láseres en telemetría, ingeniería, comunicaciones, etc.

Coherencia: las ondas que constituyen la luz láser están en fase.

Intensidad: la luz de un láser puede llegar a una alta intensidad, por ejemplo, la intensidad de la luz de una lámpara de filamento de 10 watts es apenas suficiente para leer una hoja escrita, mientras que un láser de la misma potencia y situado a la misma distancia quemaría el papel. La posibilidad de concentrar mucha energía en regiones pequeñas del espacio es la base del empleo de láseres en cirugía y en aplicaciones industriales como el maquinado de metales.

Gráfico A.1. Haz láser

¹¹² Esta sección utiliza fuentes de divulgación científica indicadas en el n. 4 del presente anexo.

¹¹³ La *holografía* es una técnica avanzada de fotografía, que consiste en crear imágenes tridimensionales.

¹¹⁴ La *interferometría* es una técnica utilizada en astronomía que consiste en combinar la luz proveniente de diferentes receptores, telescopios o antenas de radio para obtener una imagen de mayor resolución.

¹¹⁵ La *espectroscopía* es el estudio de la interacción entre la radiación electromagnética y la materia, con absorción o emisión de energía radiante.



Fuente: www.google.com.ar/img

2. Principio de funcionamiento

El funcionamiento de los láseres está basado en el principio físico de la emisión estimulada de radiación, formulado teóricamente por Einstein en 1917.

La emisión estimulada se produce cuando un átomo en estado excitado recibe un estímulo externo que lo lleva a emitir fotones y así pasar a un estado menos excitado. El estímulo proviene de la llegada de un fotón con energía similar a la diferencia de energía entre los dos estados. Los fotones así emitidos por el átomo estimulado poseen fase, energía y dirección similares a las del fotón externo que les dio origen.

Para que una parte importante de los átomos de un sistema emita luz en condiciones estimuladas, es necesario que un porcentaje alto de ellos estén excitados, situación que contrasta con la distribución espontánea de los niveles energéticos que caracteriza al sistema en el cual la mayoría de los átomos no estaría en estado excitado. Cuando en un sistema predominan los átomos excitados se dice que se produjo una inversión de la población, lo que se logra suministrando energía al sistema, proceso que se conoce como bombeo y que se realiza mediante una descarga eléctrica, una reacción química o emisión de luz. Los fotones emitidos que provienen de la emisión de otros átomos en los cuales ya se dio la transición de un nivel de energía mayor a otro de menor energía, estimularán la emisión de nuevos fotones, proceso que puede ser visto como una "amplificación".

3. Componentes

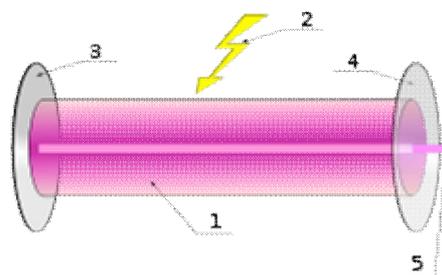
Cualquier tipo de láser está compuesto por cuatro partes esenciales (Véase Gráfico A. 2):

El *medio activo* (1) que puede ser sólido, líquido, gaseoso o una unión semiconductor;

Un *mecanismo de bombeo* (2) (excitación externa).El bombeo puede ser eléctrico u óptico, mediante tubos de flash o luz; el paso de una corriente eléctrica o el uso de cualquier otro tipo de fuente energética que sea capaz de provocar una emisión.

Una *cavidad resonante* o mecanismo de realimentación compuesto, en general, por dos o más espejos (3 y 4) enfrentados uno al otro que reflejan la luz inicialmente emitida por el mecanismo de bombeo, y magnificada por el medio activo. El mecanismo de realimentación retorna una porción de la luz coherente al medio activo para la amplificación por emisión estimulada. Uno de los espejos se fabrica de manera tal que deje pasar parte de la luz incidente (4): el haz láser (5).

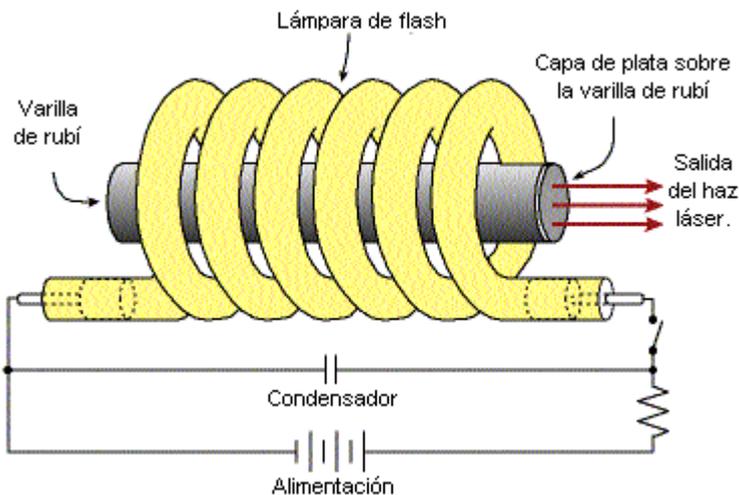
Gráfico A. 2. Componentes esenciales de un láser



Fuente: Morones Ibarra (2010)

El láser de Maiman (Véase Gráfico A.3), el primero que funcionó exitosamente (1960), consiste en una varilla de rubí, alrededor de la cual se enrolla una lámpara de flash neón. Un extremo de la varilla de rubí tiene una superficie reflectora mientras que el otro extremo de la varilla es el que permite la salida del haz de luz. Se aplica una alimentación (fuente de energía eléctrica) a un condensador, y en cuanto el condensador tiene suficiente carga eléctrica almacenada se produce una descarga de luz en la lámpara espiral de flash, lo cual genera una destello de luz muy intenso, similar al de un flash de fotografía. La luz emitida por la lámpara, absorbida por el cristal, tiene la suficiente energía para excitar los átomos de la varilla de rubí a un nivel energético superior, produciéndose la inversión de población. El rubí se comporta como un amplificador de luz y emite radiación láser de color rojo profundo.

Gráfico A.3. Láser de rubí



Fuente: www.google.com.ar/img

A partir de este primer láser se diseñaron otras configuraciones de cavidades resonantes y se fabricaron otros cristales, capaces de emitir radiación láser con mayor eficiencia, como el láser del metal neodimio (Nd) con YAG (silicato de ytrio y de aluminio), el de neodimio en vidrio o el de titanio zafiro. Un tipo de láser muy difundido es el gaseoso, en el que el amplificador no es un cristal sino un plasma (un fluido constituido por electrones y átomos ionizados) logrado mediante una descarga eléctrica en un gas.

Los láseres semiconductores son los más difundidos en cuanto a sus aplicaciones tecnológicas. Son los más pequeños: algunos son sólo un poco más grandes que la cabeza de un alfiler. Se pueden asociar muchos láseres de este tipo para formar un arreglo capaz de emitir varios vatios de potencia continua. Se utilizan para comunicaciones por fibras ópticas, en lectores de discos compactos, en punteros o indicadores, etc.

4. Bibliografía

ASOCIACIÓN CIENCIA HOY. 1996. **¿Qué son y cómo funcionan los láseres?** In: *Ciencia Hoy* 6 (33).

MARTINEZ Armando. 2009. **El láser**. Disponible en www.la-mecanica-cuantica.blogspot.com, 13 julio 2011.

MORONES IBARRA Rubén. **Láser: 50 años**. In: *Ingenierías XIII* (49: 9-17), Octubre-Diciembre 2010.

FUENTES PRIMARIAS

Documentos

ARGENTINA. CONGRESO DE LA NACION. **Ley NAC Secreta Nº: 11266 / 1923**. Buenos Aires: Boletín Oficial Nº 31007.

ARGENTINA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA. 2002. **Indicadores de ciencia y tecnología. Argentina 2001 y ss**. Buenos Aires: SECYTI.

ARGENTINA. MINISTERIO DE ECONOMÍA. **Cuentas Nacionales 1993 – 2008**. Buenos Aires: www.mecon.gob.ar

CEILAP - CONICET. Memorias 1981, 1990-2008 (Mimeo).

CITEFA. Gerencia de Programación y Control. Memorias 2000-2007 (Mimeo).

FABRE Eduardo. 2010. **Tenemos una misión específica que es la defensa**. *Boletín CITEDEF*, (2), abril.

SECYTI. Dirección Nacional de Planificación y Evaluación. 2005. **Evaluación externa del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA)**. Buenos Aires: SECYTI (Mimeo).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES (UNQ). Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología. 2000. **Informe CITEFA**. Bernal: Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología (Mimeo).

VENSENTINI Marcelo. 2010. **Hay que tener un sentido de la innovación siempre**. *Boletín CITEDEF*, (3), mayo.

Entrevistas

BRACCO Eduardo. 2010. Entrevista realizada por Guillermina Visca. Buenos Aires, 26 de abril.

KNUPP DOS SANTOS Álvaro. 2011. Sesión de preguntas con ocasión de un Panel en el Simposio de Investigación y Producción para la Defensa (SINPRODE 2011). Buenos Aires, 9 de septiembre.

QUEL Eduardo. 2010 (a). Entrevista realizada por Guillermina Visca. Buenos Aires, 11 de marzo.

QUEL Eduardo. 2010 (b). Entrevista realizada por Guillermina Visca. Buenos Aires, 16 de marzo.

QUEL Eduardo. 2012. Entrevista realizada por Guillermina Visca. Buenos Aires, 22 de marzo.

REYNOSO José. 2012. Consultas realizadas por Guillermina Visca. Buenos Aires, mayo 2012.

SAVIO Alicia. 2011. Sesión de preguntas con ocasión de su disertación para presentar su libro **La Argentina que pudo ser**. Dunken. Buenos Aires, 12 de diciembre.

SEVILLA Guillermo. 2010 (a). Entrevista realizada por Guillermina Visca. Buenos Aires, 5 de abril.

SEVILLA Guillermo. 2010 (b). Entrevista realizada por Guillermina Visca. Buenos Aires, 26 de abril.

BIBLIOGRAFÍA

ALBORNOZ Mario. 2001. **Política Científica. Carpeta de trabajo**. Bernal: UNQ (Mimeo).

ANDREUSSI Tulio E. 2005. **De la Dirección General de Fabricaciones Militares a CITEFA**. In: CITEFA (editores), *CITEFA 50 años*. Buenos Aires: CITEFA.

ARGENTINA. MINISTERIO DE DEFENSA. 2003. **Enrique Mosconi. Dichos y hechos**. Video de Comunicación Institucional. Buenos Aires: Ministerio de Defensa.

ARTOPOULOS Alejandro. 2007. **¿Por qué el Pulqui II no llegó a la serie?, una sociología histórica de la innovación tecnológica en tiempos de Perón**. In: *H-industri@*, 1 (1).

AZCÁRATE Laura, DIODATI Piero, QUEL Eduardo & SLEZAK Verónica. 2007. **Libro Conmemorativo por los 40 años del CEILAP**. Vol.1. San Martín: UNSAMedita.

AZPIAZU Daniel & SCHORR Martín. 2011. **La industria argentina en las últimas décadas: una mirada estructural a partir de los datos censales**. In: *Realidad Económica*, 259: 12-41.

BARBERO María Inés & ROUGIER Marcelo. 2002. **La producción historiográfica respecto de la Argentina del periodo 1930-1955. Temas, problemas y enfoques recientes**. In: *Sobre nazis y nazismo en la cultura argentina*. Klich Ignacio (comp.). Maryland: Hispamérica / Universidad de Maryland.

BERNAT Gonzalo & CORSO Eduardo. 2010. **Dualidad innovativa en la Argentina: Fundamentos macro y microeconómicos**. *Boletín Informativo Techint* (331): 69-92.

BOTANA Natalio & SABATO Jorge. 1968. **La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina**. In: *Revista de la Integración*, 3.

BRIOZZO Federico, SBAFFONI María Mónica, QUILICI Domingo & HARRIAGUE Santiago. 2007. **A 40 años de la inauguración del RA-3: anécdotas, historias y algunas Enseñanzas**. *CNEA*, 7 (27-28): 30-37.

BURBRIDGE Martín. 2006. **Argentina podría alcanzar el PBI per cápita de EEUU en 25 años**. *INFOBAE Profesional*. Disponible en Internet: www.infobaeprofesional.com, consultado 18 diciembre 2006.

BUSSO Anabella. 1997. **La relación Argentina-Estados Unidos en la post-guerra fría. Un estudio de caso: la desactivación del proyecto Cóndor II**. In: *REDEN*, 14.

CITEFA. 2005. **CITEFA 50 años**. Buenos Aires: CITEFA.

CRUCES Néstor. 1993. **70 años para siete días**. Buenos Aires: Planeta.

- DAHLMAN Cross, ROSS-LARSON Bruce & WESTPHAL Larry. 1987. **Managing Technological Development: Lessons from the Newly Industrializing Countries**. In: *World Development*, 15 (6): 759-775.
- DE PAULA Alberto S.J., GUTIÉRREZ Ramón & MARTÍN María Haydée. 1976. **Los ingenieros militares y sus precursores en el desarrollo argentino, hasta 1930**. Buenos Aires: DGFM.
- DE PAULA Alberto S.J., GUTIÉRREZ Ramón & MARTÍN María Haydée. 1980. **Los ingenieros militares y sus precursores en el desarrollo argentino, 1930-1980**. Buenos Aires: DGFM.
- DICK Enrique R. 2005. **Un vuelo por CITEFA y la evocación de su historia**. In: CITEFA (editores), *CITEFA 50 años*. Buenos Aires: CITEFA.
- DORFMAN Adolfo. 1970 (1942). **Historia de la industria argentina**. 2º Ed. Buenos Aires: Solar-Hachette.
- FERRER Aldo. 1994. **El modelo endógeno y el neoconservadorismo**. In: Ciaspuscio Héctor (comp.), *Repensando la política tecnológica. Homenaje a Jorge A. Sabato*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- GAVIOLA Enrique. 1955. **El “Caso Richter”. Un físico en busca de un fiscal**. *Semanario Esto Es*, 96:26-29.
- HURTADO Diego. 2005(a). **Autonomy, even Regional Hegemony: Argentina and the “Hard Way” toward Its First Research Reactor (1945-1958)**. In: *Science in Context*, 18 (2).
- HURTADO Diego. 2005(b). **De “átomos para la paz” a los reactores de potencia. Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)**. In: *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 2 (4): 41-66.
- HURTADO Diego. 2008. **Plan espacial argentino. Un desarrollo nacional**. *Nómada*, 10: 2-7.
- HURTADO Diego & MALLO Eduardo. 2010. **Riesgos teóricos y agenda de políticas: el “mal del modelo lineal” y las instituciones de CyT como cajas negras**. San Martín: UNSAM (no publicado).
- JOHNSON Bjorn & LUNDVALL Bengt-Ake. 1994. **Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional**. In: *Comercio Exterior*, 44 (8): 695-704.
- KALDOR Mary, ALBRECHT Ulrich & SCHMEDER Geneviève(ed.). 1998. **Restructuring the global military sector. The end of military fordism**. Londres: Pinter.
- KATZ Jorge. 2000. **Pasado y presente del comportamiento tecnológico de América Latina**. *Serie Desarrollo Productivo*, 75. Santiago de Chile: CEPAL.
- LÓPEZ Andrés. 1998. **La reciente literatura sobre la economía del cambio tecnológico y la innovación: una guía temática**. In: *I&D. Revista de Industria y Desarrollo*, 1(3).
- LÓPEZ Andrés. 2002. **Industrialización sustitutiva de importaciones y sistema nacional de innovación: Un análisis del caso argentino**. In: *Redes*, 10 (19): 43-85.
- LÓPEZ Ernesto. 1988. **La industria militar argentina**. In: *Nueva Sociedad*, 97:168-177.

- LUNA Félix. 1984. **Argentina, de Perón a Lanusse. 1943-1973.** Buenos Aires: Sudamericana.
- LUNDVALL Bengt-Åke. 2009 (a). **Investigaciones en el campo de los sistemas de innovación: Orígenes y posible futuro.** In: Lundvall B.A. (editor), *Sistemas nacionales de innovación. Hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción.* San Martín: UNSAM Edita.
- LUNDVALL Bengt-Åke. 2009 (b). **Relaciones usuario-productor, sistemas nacionales de innovación e internacionalización.** In: Lundvall B.A. (editor), *Sistemas nacionales de innovación. Hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción.* San Martín: UNSAM Edita.
- MARISCOTTI Mario. 2004. **El secreto atómico de Huemul.** 4º Ed. Buenos Aires: Estudio Sigma.
- MARTIN Jean-Marie. 1967. **Blocage de développement et industrialisation par substitutions d'importations. L'exemple de l'Argentine.** In: *Tiers-Monde*, 8 (30) : 503-515.
- MARTÍNEZ CARAZO Piedad Cristina. 2006. **El método de estudio de caso. Estrategia metodológica de la investigación científica.** In: *Pensamiento y Gestión*, 20: 165-193.
- MAQUIAVELO Nicolás. 2002 (1521). **Del arte de la guerra.** Buenos Aires: Quadrata.
- MINTZBERG Henry. 1993. **La estructuración de las organizaciones.** In: Mintzberg H., Quinn J.B., Greenham del Castillo G. (editores), *El proceso estratégico.* 2º Ed. México: Prentice-Hall.
- NORO Lauro. 2008. **Apostando a la materia gris. Reportaje a Héctor Otheguy.** *Revista Digital DEF*, 20 mayo. Disponible en internet: www.aviacionargentina.net , consultado 10 septiembre 2010.
- NORO Lauro. 2009. **El Ejército Argentino y la Producción Nacional. Ayer y hoy de la CNEA.** Disponible en Internet: www.soldadosdigital.com, consultado 2 julio 2010.
- NORO Lauro. 2011. **En la cuna de los Pampa.** *DEF* 6 (73), septiembre: 92-99.
- ORTIZ Eduardo. 1994. **Ciencia, enseñanza superior y fuerzas armadas, 1850-1950.** In: *Revista CICLOS en la historia, la economía y la sociedad*, IV (6): 3-42.
- OSZLAK Oscar .1976. **Política y organización estatal de las actividades científico-técnicas en la Argentina: crítica de modelos y prescripciones corrientes.** Buenos Aires: IDRC – CLACSO. Disponible en Internet: www.cedes.org, consultado 25 mayo 2011.
- PIEN Sandra. 1999. **Un argentino llamado Mosconi.** Buenos Aires: María Ghirlanda.
- POTASH Robert. 1981 (1969). **El ejército y la política en la Argentina 1928-1945. De Irigoyen a Perón.** 8º Ed. Buenos Aires: Sudamericana.
- POTASH Robert. 1984 (1981). **El ejército y la política en la Argentina 1945-1962. De Perón a Frondizi.** 9º Ed. Buenos Aires: Sudamericana.
- POTASH Robert. 1994. **El ejército y la política en la Argentina 1962-1973. De la caída de Frondizi a la restauración peronista. Segunda parte, 1966-1973.** Buenos Aires: Sudamericana.

POTASH Robert & RODRIGUEZ Celso. 1999. **El empleo en el Ejército Argentino de nazis y otros científicos y técnicos extranjeros, 1943-1955**. In: *Estudios Migratorios Latinoamericanos*, 14 (43): 261-275.

RAPOPORT Mario. 2009. **Historia económica, política y social de la Argentina (1880-2003)**. 3º Ed. Buenos Aires: Emecé.

ROSENBERG Nathan. 1994. **Incertidumbre y cambio tecnológico**. In: *Revista de Historia Industrial*, 6.

ROUQUIE Alain. 1982. **Poder militar y sociedad política en la Argentina**. Tomo II. 1943-1973. Buenos Aires: Emecé.

SABATO Jorge. 1994 (1976). **El origen de algunas de mis ideas**. In: Albornoz et al. (editores), *Repensando la política tecnológica. Homenaje a Jorge A. Sabato*. Buenos Aires: Nueva Visión.

SAVIO Manuel N. 1974. **Obras del Gral. Manuel N. Savio**. Buenos Aires: SOMISA.

SHEININ David & FIGALLO Beatriz. 2001. **Nuclear Politics in Cold War Argentina**. In: *MACLAS Latin American Essays*, XV. Disponible en internet: www.maclas.org , consultado 14 mayo 2011.

SCHVARZER Jorge. 1993. **Política industrial y entorno macroeconómico. Apreciaciones sobre la política arancelaria argentina a comienzos del siglo XX**. *Boletín Informativo Techint*, 275: 73-99.

SCHVARZER Jorge. 1994. **Grandes grupos económicos en la Argentina. Formas de propiedad y lógicas de expansión**. Buenos Aires: CISEA. Disponible en internet: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar> , consultado 15 octubre 2011.

SCHVARZER Jorge. 1998. **Nuevas perspectivas sobre el origen del desarrollo industrial**. Buenos Aires: CISEA. Disponible en Internet: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar> , consultado 3 septiembre 2010.

SHINN Terry. 2000. **Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle. La recherche technico-instrumentale**. In: *Revue française de sociologie*, 41(3): 447-473.

SHINN Terry. 2002. **La Triple Hélice y la Nueva Producción del Conocimiento enfocadas como campos socio-cognitivos**. In: *Redes*, 9 (18): 191-211

THOMAS Hernán. 1995. **Surdesarrollo. Producción de tecnología en países subdesarrollados**. Buenos Aires: CEAL.

THORPE Charles & SHAPIN Steven. 2000. **Who was J. Robert Oppenheimer? Charisma and Complex Organization**. In: *Social Studies of Science*, 30 (4):545-590.

TREACY Michael & WIESERMA Fred. 1995. **The discipline of markets leaders**. Massachusetts: Addison-Wesley.

VESSURI Hebe. 2007. **O inventamos o erramos. La ciencia como idea fuerza en América Latina**. Bernal: UNQ.

WYNARCZYK Hilario. 2002. **El trabajo de tesis y las técnicas de redacción. Orientaciones para niveles de licenciatura y master en ciencias de la administración y ciencias sociales**. Disponible en Internet: www.cyta.com.ar , consultado 20 mayo 2004.

Para citar este documento

Visca, Guillermina. (2015). *UNA MIRADA SOBRE LA I+D MILITAR EN ARGENTINA. CITEFA y la investigación técnico instrumental en el Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CEILAP – CITEFA – CONICET)* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina: Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto. Disponible en: <http://ridaa.demo.unq.edu.ar>