



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



Universidad de Buenos Aires Facultad de Ciencias Económicas Escuela de Estudios de Posgrado

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

Hacia la modularización de las capacidades del
Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

AUTOR: LIC. SANTIAGO N. ENRIQUEZ

DIRECTOR: DR. ALBERTO LAMAGNA

AGOSTO 2019

“Me atormenta tu amor que no me sirve de puente porque un puente no se sostiene de un solo lado”. (Julio Cortázar)

„Innovation ist der berechtigte Anlass für die Hoffnung, dass es besser wird. Der Beweis, dass Zukunft existiert.“ (Wolf Lotter)

“No hay nada en el ADN del sector público que lo haga menos innovador que el sector privado. Pero, del mismo modo, fomentar la innovación y la creatividad en las instituciones del sector público requiere reflexionar sobre las dinámicas organizativas” (Mariana Mazzucato, El Estado emprendedor).

“Es importante tener grupos de investigación básica dentro de CNEA, porque si bien no son la locomotora del organismo, como sí lo son los reactores, la producción de nucleoelectricidad y los radioisótopos, se cuenta con una retaguardia que es un furgón de cola de gente que está haciendo cosas que sirven y mucho. Hay satélites que funcionan mediante energía nuclear” (Dr. Pablo Levy, investigador de la CNEA)

Agradecimientos

A mi país, la Argentina, por darme oportunidades

A la CNEA, por permitirme reflexionar sobre ella

A Jorge Sabato, por las ideas y la inspiración

A mi familia, por tanto apoyo y acompañamiento

A papá, por darme este importante legado

1) Resumen

En el año 2017, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) firmaron un convenio donde dotaban al Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) -creado en 2007 en el seno de la CNEA-, del carácter de Unidad Ejecutora (UE) de doble pertenencia institucional. De este modo el INN pasó a ser una unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) reconocida institucionalmente por los dos organismos de ciencia y tecnología.

En dicho convenio se plantea como uno de los principales objetivos del INN “contribuir, en la órbita de su competencia, al desarrollo de tecnología desde su generación hasta su implementación, atendiendo con carácter prioritario las demandas y los proyectos del Plan Nuclear Argentino”, lo cual supondría un alineamiento de la estructura y la estrategia del Instituto a las metas del sector nuclear. No obstante, dicho objetivo estratégico no condice, por un lado, con las “prioridades” de varios investigadores del INN, quienes han contribuido al desarrollo de mercados de innovación por fuera del sector nuclear; y por otro lado, con la estrategia de gestión del CONICET, la cual consiste en impulsar la “innovación abierta” y la vinculación con el medio socio-productivo sin tener en cuenta misiones específicas.

En ese contexto de falta de coherencia entre el objetivo prioritario del INN y las estrategias de innovación de la CNEA y el CONICET, es necesario repensar un modelo que logre conjugar las fortalezas en gestión de ambas instituciones, de tal modo que el INN logre contribuir a la innovación de productos y procesos nucleares sin renunciar a la cultura de “innovación abierta” que actualmente la destaca. Al respecto, el presente Trabajo Final de Maestría propone un modelo de gestión de la innovación basado en la “modularización” de las capacidades del INN. Dicho modelo implica el tratamiento de las capacidades nanotecnológicas del INN (y al instituto en sí) como *módulos* con suficiente libertad para producir conocimiento en el marco de la “innovación abierta”, pero que al mismo tiempo se logre un aporte a los desafíos de innovación de la industria nuclear en base a una interacción permanente con sectores de la CNEA y las empresas arquitectas-ingenieras que actúan de integradoras de capacidades científico-tecnológicas e ingenieriles (INVAP, Nucleoeléctrica Argentina, etc.). Dichas empresas arquitectas-ingenieras proveerán los estándares técnicos y los diseños útiles para que toda innovación nano-nuclear esté “moldeada” en parte por la trayectoria técnica de la industria. En resumen, la

propuesta consiste en gestionar la innovación “bottom up” sin perder de vista las prioridades y las trayectorias de la industria nuclear desde “top down”.

En tiempos donde tanto desde la política de la innovación como desde el management tecnológico se intenta dilucidar cómo establecer estrategias industriales orientadas a misiones que abarquen varios sectores, la experimentación en modalidades de gestión que logren la innovación “nano-nuclear” sistemática aparece como reflejo a nivel micro de este intento de contribuir a determinadas “misiones industrializantes” sin perder la capacidad creativa-disruptiva y de seguir explorando la vinculación con otros actores del ecosistema innovador.

Palabras claves: CNEA; CONICET; nanotecnología; modularización; Plan Nuclear

Índice

1. Resumen	4
2. Introducción.....	8
3. Descripción del problema.....	13
3.1. Las capacidades del INN: entre las aplicaciones nucleares y “no nucleares”.....	13
3.2. La tensión entre la “dirección nano-nuclear” y la trayectoria abierta del INN.....	20
4. Guía teórica para la comprensión y análisis del problema.....	23
4.1. Nanotecnología y desarrollo tecnoeconómico.....	24
4.2. Estructura, estrategia e implementación	30
4.3. Estructura en las OCyT.....	31
4.4. Estrategias tecnológicas y establecimiento de prioridades.....	37
4.5. La problemática de la implementación de las prioridades.....	38
5. Metodología.....	39
6. Desarrollo	40
6.1. La CNEA: entre la “misión nuclear” y el ofertismo.....	41
6.2. La estructura de vinculación y transferencia de tecnología de la CNEA.....	49
6.3. La vinculación en el CONICET: desde el cientificismo a la vinculación.....	53
6.4. La estructura de interfaz del CONICET y la innovación abierta.....	59
6.5. La cogestión de la nanotecnología entre la CNEA y el CONICET.....	63
6.6. El caso de MZP.....	66
6.7. El caso de Hybridon	67
6.8. Comprobación de la hipótesis y un elemento a fortalecer por la CNEA.....	68
7. Aspectos conceptuales previos a la propuesta	72
7.1. La modularidad.....	72
7.2. Sistema de Producto Complejo (COPS).....	75

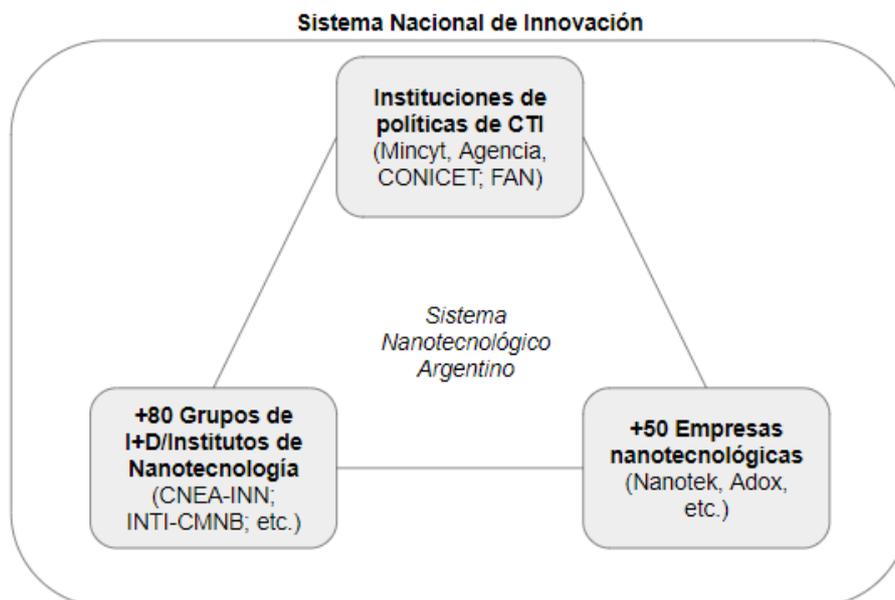
8. Propuesta.....	77
8.1. La modularización de las capacidades del INN.....	77
8.2. Análisis FODA de la propuesta.....	81
8.2.1. Fortalezas.....	82
8.2.2. Oportunidades.....	85
8.2.3. Debilidades.....	87
8.2.4. Amenazas.....	89
9. Conclusiones: un régimen para la innovación nano-nuclear	91
10. Bibliografía	94

2) Introducción

Desde el año 2001, la nanotecnología comenzó a ser visible en las políticas de Estado, a través del lanzamiento del gobierno federal de los Estados Unidos de la Iniciativa Nacional en Nanotecnologías (National Nanotechnology Initiative, NNI), con el objetivo de impulsar la nanotecnología en todo el territorio nacional y beneficiarse de las potencialidades que se venían anunciando por parte de la comunidad científica mundial (MINCyT, 2016: 9). A partir del NNI, más de 60 gobiernos de todo el mundo comenzaron a diseñar y a poner en marcha planes, estrategias y programas similares a la NNI (MINCyT, 2016: 9), generando una dinámica de colaboración-competencia entre los diferentes países. En este contexto, en los primeros años del Siglo XXI, la Argentina estableció una política de nanotecnología, logrando la conformación de un ecosistema alrededor de ésta área de conocimiento (Hurtado et. al, 2017).

En este sentido, el surgimiento y evolución de la nanotecnología en Argentina está determinado por tres actores que conforman lo que Vila Seoane denomina “Sistema Nacional de Nanotecnología” (SNN) (Vila Seoane, 2014: 83) : el Estado, las empresas y grupos de I+D pertenecientes a los diferentes organismos de ciencia y tecnología (OCyT)

Figura 1. Composición del Sistema Nacional de Nanotecnología



Fuente: Vila Seoane, 2014

Los primeros pasos para la consolidación del SNN se dieron en 2004, con la formalización de redes de investigación interinstitucionales gracias al financiamiento de la Agencia Nacional de Promoción Científico Tecnológica (AGENCIA); y luego, en 2005, con la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), cuyo objetivo es el desarrollo y difusión de la nanotecnología en el Sistema Nacional de Innovación (SNI) argentino (Vila Seoane, 2014), con especial foco en las pequeñas y medianas empresas, las cuales son consideradas como actores clave en el escalado productivo de ésta tecnología (Foladori, 2016: 69).

Asimismo, desde el punto de vista de la planificación estatal de CyT, la nanotecnología es un área de conocimiento objeto de promoción por parte de los últimos Planes estatales de CyT. Un ejemplo de esto es el rol de tecnología clave que tiene la nanotecnología -junto con la Biotecnología y las TIC- en el último Plan Nacional de CyT “Argentina Innovadora 2020”: en este Plan estas tecnologías se insertan en “sectores estratégicos” (agroindustria, ambiente, desarrollo social, energía, industria y salud), definidos por la agenda política del Mincyt con un criterio federal y bajo la estrategia de introducir el desarrollo científico, tecnológico e industrial en todo el territorio argentino. Como resultado del entrecruzamiento de las tecnologías claves y sectores estratégicos, “Argentina Innovadora 2020” definió 35 núcleos socio-productivos estratégicos (NSPE) los cuales determinarían oportunidades de intervención territorial en sectores (MINCYT, 2013).

En este marco auspicioso donde la nanotecnología aparece en las políticas de Estado, la Comisión Nacional de Energía (CNEA) creó, en el año 2007, el Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), un sector que nuclea a los investigadores de la institución alrededor de líneas de investigación nano, enfocándose en tres áreas temáticas: desarrollo de Microelectromechanical Systems (MEMS), Nanomagnetismo y Nanobiología.

Desde sus orígenes, la particularidad del INN radicó en que casi el 50% de sus investigadores pertenece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)¹ con lugar de trabajo en las instalaciones de la CNEA. Esta singularidad generó la necesidad de crear un marco institucional al interior del INN que sea reconocido

¹ Hacia 2017 el INN contaba con 225 (investigadores, becarios doctorales y posdoctorales y técnicos), de los cuales 106 investigadores permanentes pertenecen al CONICET y 27 a la CNEA (CNEA, 2017: 86)

por ambas instituciones. Así, en el año 2017, el INN se convirtió en Unidad Ejecutora (UE) de doble dependencia entre CNEA-CONICET², inaugurando de este modo la gestión compartida de las capacidades nanotecnológicas del INN entre dos de las principales instituciones de CyT de Argentina.

Entre los objetivos de la UE-INN se encuentra el “contribuir, en la órbita de su competencia, al desarrollo de tecnología desde su generación hasta su implementación, atendiendo con carácter prioritario las demandas y los proyectos del Plan Nuclear Argentino” (CNEA, 2017). Dicho objetivo es clave en la definición de la estrategia del INN como UE, ya que establece una misión tanto para la CNEA como para el CONICET: la “dirección nuclear” de las líneas de investigación nanotecnológica. En consecuencia, tanto la planificación como la gestión del INN deberían vincularse con los actores de la industria nuclear argentina, los principales ejecutores del Plan Nuclear Argentino.

Si bien el “objetivo nuclear” podría llevarse a cabo en el seno de la CNEA, dado que éste organismo está orientado principalmente al desarrollo de tecnología nuclear y a la contribución al desarrollo de una industria nuclear argentina; no obstante, al cogestionar la CNEA con el CONICET, y siendo ésta última una institución de promoción “general” de la I+D, surge la cuestión acerca de si realmente es posible “encauzar” el INN a la misión de contribuir al Plan Nuclear -y por ende, contribuir a la industria nuclear argentina.

En ésta línea, si bien se ha explicitado una estrategia “nuclear” para la UE, resulta necesario adecuar la estructura y las modalidades de gestión para conducir los procesos de innovación al interior del INN, de tal modo que la contribución al sector nuclear pueda convivir con una “cultura de gestión” al interior de la Unidad Ejecutora asociada a la “innovación abierta”, la cual en gran parte se encuentra influenciada por la modalidad de gestión consolidada en los últimos años en el CONICET.

En consecuencia, ésta situación representa un desafío desde el punto de vista del Management Tecnológico, la cual se puede resumir a través de la siguiente pregunta: ¿cómo generar un modelo de cogestión de las capacidades del INN que permita a los investigadores aportar a la industria nuclear argentina (y a su respectivo Plan Nuclear), sin

²Las Unidades Ejecutoras son unidades de investigación que, bajo la responsabilidad de un director, realizan tareas de investigación científica, tecnológica o de desarrollo, organizadas en varias líneas de trabajo; cuentan con un equipamiento adecuada a la índole de su actividad, y se desempeñan en ellas investigadores, técnicos, becarios y administrativos. Extraído de <https://red.conicet.gov.ar/unidades-ejecutoras/> (Consulta 28 de diciembre de 2018)

dejar de contribuir a los procesos de innovación abierta propios de la estrategia del CONICET? El presente Trabajo Final de Maestría (TFM) se propone, en base al análisis de la gestión del INN desde 2007 hasta la fecha, esbozar una modalidad de gestión de las capacidades del INN que permita la armonización de los aspectos propios de una organización sectorial orientada a una misión específica (CNEA) con los rasgos de un organismo que establece la promoción y transferencia de conocimiento sin una direccionalidad prefijada (CONICET).

La relevancia del presente TFM puede apreciarse, por un lado, desde el punto de vista de la consolidación de la nanotecnología como elemento clave del desarrollo socioeconómico. Como se ha demostrado, esta tecnología está en el centro de las políticas nacionales de CyT y su promoción logró la creación y consolidación de espacios de I+D+i como el INN. Un paso clave para que la nanotecnología pueda servir al desarrollo socioeconómico del país consiste en mejorar los mecanismos de gestión que permitan su impacto en diferentes sectores, tales como la industria nuclear.

Por otro lado, es posible apreciar el presente TFM en función a su contribución al repertorio de los análisis de la gestión de la nanotecnología en la CNEA. Así, hasta la fecha, se han analizado y diseñado modelos de gestión de la nanotecnología generada en la CNEA en base a una premisa y problemática común: la falta de transferencia al medio socio-productivo -nuclear y no nuclear- de los desarrollos nanotecnológicos (Oszycka, 2017; Casteletti, 2018). Más allá de la validez que dicho diagnóstico previo pueda tener, el presente TFM parte de otra evaluación del escenario: ya existen mecanismos y casos exitosos de transferencia de la nanotecnología, pero los mismos no están vinculados con los objetivos estratégicos establecidos en la resolución de creación de la UE-INN. En ese sentido, más que adecuar los objetivos del INN a las trayectorias actuales de las innovaciones nano, la gestión tecnológica debe propiciar un marco para “redireccionar” los procesos innovadores, sin entorpecer las dinámicas exitosas de la I+D+i nano que bien ya están contribuyendo al desarrollo socio-productivo nacional.

El TFM está dividido en marco teórico, marco descriptivo y de análisis, y propuestas con su respectivo análisis de viabilidad y factibilidad:

-Marco teórico y metodológico: se definirá a la nanotecnología no solamente desde el punto de vista técnico, sino también desde su importancia para el desarrollo económico y social. Asimismo, se definirán los conceptos de estructura y estrategia y la

importancia de su relación mutua en las organizaciones. Paso siguiente, se vinculará la categoría de estructura con el concepto de “Estructura de Interfaz”, mientras que se relacionará el concepto de estrategia a la clasificación de las organizaciones de CyT con políticas “misión orientadas” y “difusión orientadas”. También, se explorará en el concepto de “implementación de prioridades”. Luego, a los fines de realizar un diagnóstico sobre las capacidades de la CNEA y el CONICET de apropiarse de las innovaciones nano, se definirán los conceptos de regímenes de apropiabilidad, paradigmas de diseños, y activos complementarios. Planteado el marco teórico, se esbozará la metodología de estudio.

-Diagnóstico situacional³: Se describirán las estrategias, y estructuras de vinculación y transferencia de la CNEA y el CONICET, así como sus respectivas posiciones para explotar las innovaciones. Luego se realizará una comparación entre las dos instituciones a los fines de dilucidar qué organismo tiene ventajas sobre los resultados de las innovaciones del INN.

-Propuesta y análisis de viabilidad y factibilidad: luego del análisis de la situación actual de la gestión de la nanotecnología, se planteará una propuesta para una optimización de la gestión con objetivos de vinculación y transferencia hacia la industria nuclear: la modularización de las capacidades del Instituto de Nanociencia y Nanotecnología. Asimismo, la propuesta tendrá su respectivo análisis que determine su grado de viabilidad y factibilidad en su aplicación. Se propone realizar un análisis FODA.

-Conclusiones: se realizará una reflexión final sobre los desafíos que tiene la CNEA, el CONICET y la industria nuclear para poder lograr la inserción estratégica de la nanotecnología en las cadenas de valor nuclear.

3) Descripción del problema

³ Como veremos más adelante, la explicación situacional, como alternativa al diagnóstico tradicional, es un análisis de la realidad dirigido a la acción. No es la explicación del investigador o del académico que mira la realidad como objeto de su curiosidad intelectual. Es la apreciación del actor que no puede estudiarla parcelándola con la frialdad del científico o la distancia añejada por el tiempo que exige el historiador. El que explica una situación es quien está en ella, luchando por conquistar objetivos que cambian la situación explicada. Esa explicación, para ser eficaz, tiene que acceder a nuestra mente como una totalidad relevante para la acción. Matus, Carlos (1995). Política, Planificación y Gobierno. Editorial Fundación Altadir.

3) 1) Las capacidades del INN: entre las aplicaciones nucleares y “no nucleares”

Entre 2005 y 2006, un grupo de investigadores del Centro Atómico Constituyentes (CAC) y del Centro Atómico Bariloche (CAB) pertenecientes a la CNEA y al CONICET que participaban en redes nacionales de cooperación de nanotecnología plantearon la idea de crear un instituto para impulsar y coordinar las investigaciones de nanotecnología dentro de la CNEA. Así, en el año 2007 se crea el Instituto Nanociencia y Nanotecnología (INN), cuyo objetivo es promocionar la generación de conocimiento en nanotecnología, poniendo especial énfasis en las prioridades de la CNEA, enfocándose en tres áreas temáticas: desarrollo de Microelectromechanical Systems (MEMS), Nanomagnetismo y Nanobiología.

Originalmente, el INN se planteó como plataforma para compartir al interior de CNEA infraestructura y una serie de facilidades instrumentales relacionadas con el área de magnetismo, electrónica de spin, modelado de propiedades magnéticas y electrónica, superconductores nanoestructurados y dispositivos MEMS, entre otras (Spivak L Hoste et. al., 2012). No obstante, inmediatamente las capacidades del INN se convirtieron en un activo para todo el Sistema Nacional de Innovación (SNI).

En términos de capacidades técnicas y de infraestructura, se destacan dos activos que posee el INN: facilidades de micro y nanofabricación y salas limpias asociadas tanto en Buenos Aires como en Bariloche; y equipos de diversa complejidad (microscopios, espectroscopios, espectrómetro, difractor de Rayos X, etc.), los cuales en varios casos son únicos en el país. El equipamiento y la infraestructura están disponibles para todo el sistema científico y tecnológico argentino mediante el Programa del ex MINCyT de Sistemas Nacionales de grandes instrumentos y bases de datos, destinado al uso compartido de equipamientos y acceso a las bases de datos científicos existentes en las distintas instituciones de CyT de todo el país⁴. En ese marco, el INN juega un rol preponderante en el Sistema Nacional de Micro y Nanofabricación, proveyendo facilidades para el sistema científico-tecnológico y sectores productivos en general. De este modo, el INN actúa como plataforma de servicios dentro de la red general de I+D nanotecnológica de Argentina. Además, las capacidades del INN han sido integradas en redes internacionales de nanotecnología, tal como la red materializada en el Laboratorio Internacional Franco-Argentino en Nanociencias (LIFAN), donde participa el INN, el

⁴ <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/sistemasnacionales> (consulta el 25 de noviembre de 2018)

CONICET y el ex MINCyT, junto con el Institut des Nanosciences de Paris y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas de Francia (CNRS)⁵.

Por otra parte, en términos de vinculación y transferencia de tecnología, cabe resaltar que el INN ha puesto a disposición sus capacidades y sus innovaciones para diferentes sectores productivos o áreas de conocimiento, vinculados tanto a la industria nuclear como a otros mercados.

En lo que respecta a la innovación que no se destina al sector nuclear, es de resaltar que grupos de investigadores del INN y parte de la red del INN (investigadores vinculados al INN por las líneas de I+D) han tramitado patentes, incubaron Empresas de Base Tecnológica (EBT), obtuvieron reconocimientos en concursos de innovación y han establecido vínculos con sectores productivos con fines de escalado comercial. Entre estos logros se destacan:

Tabla 1. Principales hitos del INN en escalado comercial de innovaciones

Proyecto/Empresa	Característica	Logro
Lizys	Desarrollo y fabricación de nanopartículas magnéticas funcionalizadas en su superficie /biomédicas, análisis de materiales y remediación ambiental.	Incubación de EBT Patente 50% CNEA- 50% CONICET
MZP	Desarrollo de un dispositivo de diagnóstico médico que mide la viscosidad de fluidos, similar al medidor de glucosa que utilizan los diabéticos.	Incubación de EBT - Financiamiento nacional e internacional - Patente 50% CNEA- 50% CONICET
Delta L Microsensores	Desarrollo de dispositivos de tecnología innovadora para sensores basada en una red de cables nanométricos, para medir deformaciones y tensiones en una amplísima	Premio Concurso IB50K - incubación de EBT

⁵ <http://lifan.insp.upmc.fr/EI-LIFAN.html> (consulta el 25 de noviembre de 2018)

	variedad de componentes y productos, de todos los tamaños y de rubros muy diferentes	
Laboratory on a Satellite (Labosat)	Desarrollo de una plataforma electrónica conformada por dos películas metálicas con un óxido entre medio de unos 20 nm de espesor	Premio Concurso Innovar 2016
Hybridon	Desarrollo de un recubrimiento nanoestructurado que presenta un alto efecto antibacteriano	Gran Premio Concurso Innovar 2016. Patente 50% CNEA - 50% CONICET
Argentum Texne	Producción de sistemas olfatométricos y sistemas para separación de gases, combinando nanotecnología y fluidodinámica.	Incubación en la FAN
Fluidmics	Plataforma Microfluídica para la Producción de Nanovesículas y Encapsulación	Ganador del concurso IB50K 2015 y creación de la Empresa Panarum
RadSafe Labs	Provisión de soluciones de seguridad radiológica y nuclear basadas en tecnologías innovadoras.	Ganadores del Concurso IB50K 2016 en la categoría Tecnología Nuclear
MUTECH	Empresa radicada en Bariloche capaz de ofrecer una serie de equipos y herramientas de micro y nanofabricación litográfica para el desarrollo de sensores y dispositivos con múltiples aplicaciones.	Concurso IB50K 2017 / Finalistas del Concurso Innovar 2016
Plataforma optomecánica automatizada para	Una plataforma optomecánica automatizada para detección molecular por resonancia de plasmones superficiales que permite trabajar	Distinguido en el Concurso Innovar 2012 en la categoría

detección molecular por SPR (resonancia de plasmones superficiales)	con las condiciones particulares que son necesarias para excitar la resonancia plasmónica, lo que posibilita optimizar parámetros para maximizar la sensibilidad y mejorar la detección de distintos analitos inmersos en diferentes matrices.	Investigación Aplicada / Patente 50% CNEA-50% CONICET
SOFC	Tecnología de pilas de combustible de óxido sólido para generar energía eléctrica con alta eficiencia y bajas emisiones en instalaciones remotas fuera del sistema de interconexión eléctrico.	Ganador del concurso IB50K, financiamiento de la Provincia de Santa Fe y AGENCIA

Fuente: Modificado de Enriquez y Casteletti, 2016

Por otro lado, el INN ha generado acciones de vinculación en función al Plan Estratégico de la CNEA 2015-2025, el cual plantea como objetivos “generar conocimientos y tecnologías en el área de nanotecnología para el desarrollo de sensores, microactuadores y dispositivos para aplicaciones biomédicas, telecomunicaciones, ambientales y nucleares” así como “generar conocimientos y tecnologías para el desarrollo de nanomateriales y nanosistemas” (CNEA, 2015). En esta línea, el INN organizó las reuniones “Nano-Nuclear” (en 2014 con grupos de investigación de la CNEA y personal de INVAP), “Nano-Agro” (en 2016 con grupos del INTA) y “Nano-Bio” (en 2017 con grupos del CONICET y la UNSAM) con el objetivo de desarrollar agendas de investigación conjunta, trabajando sobre la modalidad “demanda de los sectores-soluciones nanotecnológicas-nuevas líneas de I+D ”.

Con respecto a la Reunión Nano-Nuclear, la misma fue también motivada por antecedentes de experiencias de reuniones nano interdisciplinarias realizadas en Estados Unidos (Workshop NanoNuclear 2012) y Europa (Thematic International Conference on Bio-, Nano- and Space Technologies EU de 2008), y documentos del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA), Corea del Sur (Interdisciplinary School of Green Energy de la Ulsan National Institute of Science and Technology), Alemania (Max Planck Gesellschaft) y Japón. La Reunión Nano-Nuclear se realizó el 9 y 10 de octubre de 2014 en el CAB.

Partiendo del objetivo del INN de “promocionar la generación de conocimiento en el área de la nano-C&T poniendo especial énfasis en las prioridades institucionales (de la CNEA)”⁶, los organizadores de la reunión plantearon que “para cumplir tal objetivo uno de los desafíos es motivar la interacción entre los profesionales con que ya cuenta la institución (reuniendo) a las comunidades asociadas a la energía nuclear y a la nano-ciencia y tecnología para evaluar las posibles demandas y beneficios que la energía nuclear puede traccionar desde la nano-C&T”⁷.

Así, en base a la interacción entre las área nanotecnológicas y las nucleares, la reunión se propuso responder a las siguientes preguntas:

-¿Qué áreas / temas comunes tienen el mayor potencial para promover avances en las áreas prioritarias?

-¿Qué mecanismos específicos se necesitan para promover la I+D+i nano-nuclear en la CNEA?

En la reunión participaron 130 expertos de los sectores nuclear y nanotecnológico, solamente 3 de ellos provenía de INVAP, mientras que el resto eran personal CNEA y personal CONICET con lugar de trabajo en alguno de los Centros Atómicos. Los participantes plantearon en conjunto las problemáticas actuales en el área nuclear y se presentaron las capacidades del INN. Los intercambios rondaron en torno a las siguientes temáticas:

Tabla 2. Temáticas de la Reunión Nano-Nuclear 2014

Aplicaciones potenciales
Nuevos materiales
• Materiales Estructurales
• Revestimientos y Barreras
• Sensores de materiales en servicio

⁶ <http://www.cab.cnea.gov.ar/inn/index.php/noticias/eventos/event/9-reunion-nano-nuclear> (Consulta 20 de noviembre de 2018)

⁷ Ibid

<ul style="list-style-type: none"> • Materiales Compuestos / híbridos (incluidos los concretos)
Físico/Química
<ul style="list-style-type: none"> • Captura de gases de fisión
<ul style="list-style-type: none"> • Separación de los productos de fisión y / o materiales fisionables
<ul style="list-style-type: none"> • Separación del Uranio en diferentes ambientes
<ul style="list-style-type: none"> • Combustible para la liberación de productos de fisión
<ul style="list-style-type: none"> • Sensores y el monitoreo en línea
<ul style="list-style-type: none"> • Revestimientos para el control de la corrosión
Física / Termo-hidráulica
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la transferencia de calor y flujo de fluidos de los reactores actuales y avanzadas
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la conductividad térmica, los gases de fisión y la retención de los productos de fisión
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la interacción de los combustibles de uranio-óxido con el revestimiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora del rendimiento y la fabricación de combustibles avanzados .
<ul style="list-style-type: none"> • Mejoras de Blindaje
<ul style="list-style-type: none"> • Sensores in-situ

Fuente: INN, 2014

En torno a estos ejes se crearon mesas de discusión con relatores sobre diferentes temáticas. Finalmente, se redactó un documento con las conclusiones de la reunión y con el detalle de las problemáticas identificadas en las mesas de trabajo de los expertos

provenientes del Área Nuclear y de Física y Química. Dichas problemáticas giraron en torno a combustibles nucleares, centrales nucleares, la central nuclear CAREM, reactores experimentales, producción de radioisótopos, gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados, y aplicaciones de la tecnología nuclear a la salud.

Fruto de la reunión Nano-nuclear y, teniendo en cuenta los objetivos estratégicos institucionales de la CNEA, se creó el “Programa Nano-Nuclear”, cuya meta principal es la “generación de proyectos integrados de investigación y desarrollo que apunten a resolver problemáticas estratégicas institucionales, basándose en las potencialidades ya existentes a partir de la interacción de diversos sectores de la CNEA” (CNEA, 2015: 87). En el 2015, se generaron los siguientes proyectos:

Tabla 3. Proyectos del Programa Nano-Nuclear

Nº	TITULO DEL PROYECTO	LUGAR	ÁREA TEMÁTICA
1	<i>Carbono como barrera de difusión en superredes de Al/ (U,Mo)</i>	CAB	<i>Combustibles Nucleares</i>
2	<i>Biodistribución de Nanopartículas Magnéticas In Vivo para uso en BNCT: imagenología y magnetic assisted drug delivery) BNM-BNCT</i>	CAB/CAC	<i>Aplicaciones de la Tecnología Nuclear a la Salud</i>
3	<i>Diseño y desarrollo de Nano-vectores Dirigidos para el transporte de compuestos borados y radionucleídos para su utilización en diagnóstico y tratamientos en Medicina Nuclear NADIMEN</i>	CAB/CAC	<i>Aplicaciones de la Tecnología Nuclear a la Salud</i>
4	<i>Fragilización por Irradiación en Aceros de Recipiente a Presión de Centrales Nucleares: Efectos sobre las propiedades magnéticas(FIMag)</i>	CAB/CAC	<i>Centrales Nucleares</i>
5	<i>Sensores Electrónicos para Dosimetría In-Vivo y Calibración (SEDIC)</i>	CAB	<i>Aplicaciones de la Tecnología Nuclear a la Salud</i>
6	<i>Tomografía y Espectroscopia Multimodal basadas en campos no ionizantes (SF-MTS: “Soft Field based Multimodal Tomography Spectroscopy”)</i>	CAB	<i>Centrales Nucleares Aplicaciones de la Tecnología Nuclear a la Salud</i>

Fuente: CNEA (2015)

Cabe resaltar que el Programa Nano-Nuclear es una iniciativa de la CNEA surgida de la comunidad de investigadores y su financiamiento está basado en un “esquema de subsidios internos” (CNEA, 2015: 87). En ese marco, solamente el proyecto de nanomedicina nuclear NADIMEN contempla la participación/financiamiento de otras instituciones, como la Fundación Instituto Leloir y la Universidad del Piemonte Orientale de Italia.

En los últimos dos años, no se ha organizado una nueva Reunión Nano-Nuclear, y el Programa Nano-Nuclear no se encuentra en la última Memoria institucional de CNEA

publicada, lo cual se hace dificultoso su seguimiento. Así y todo, es posible identificar algunas colaboraciones entre líneas de I+D del INN y proyectos nucleares. Un ejemplo de ello lo otorga el desarrollo de “superredes nano” de Al Ga As / Ga As como base para los láseres de cascada cuántica de THz (QCLs), los cuáles están siendo desarrollados en el marco del Proyecto de enriquecimiento de uranio por separación isotópica por láser (LASIE). Otro ejemplo es la realización de recubrimientos de carburo de silicio sobre sustratos de zircaloy, con la finalidad de recubrir separadores de combustibles de la CNA II, a efectos de realizar estudios del comportamiento de los mismos en el Laboratorio de Termohidráulica del CAB.

Por último, vale resaltar que no se observa un patentamiento sistemático de los desarrollos en Programa Nano-Nuclear, a excepción de los proyectos relacionados con nanomedicina⁸. Asimismo, no se observa la generación de spin-off o start-ups relacionadas con el área nano-nuclear, por lo que se deduce que la vinculación entre áreas de conocimiento nano y la industria nuclear ocurriría dentro de la CNEA en el marco de sus actividades de I+D.

3)2) La tensión entre la “dirección nano-nuclear” y la trayectoria abierta del INN

A pesar de las ventajas y logros evidentes de la creación del INN desde la CNEA, existía desde el principio la problemática respecto al reconocimiento institucional del CONICET. En ese sentido, como muchos investigadores del INN han señalado en las entrevistas, dicha falta de reconocimiento no permitía que los investigadores pudieran reflejar en sus legajos que trabajaban en dicha Unidad de investigación, y tampoco hacía posible la contratación, con fondos del CONICET, de personal de apoyo a los investigadores y técnicos de laboratorio. Debido a ésta situación, era necesario generar un marco institucional que fuera reconocido por ambas instituciones.

El 15 de diciembre de 2017, la CNEA y el CONICET firmaron de manera definitiva un Acuerdo Específico de Colaboración Científico Técnico para la creación de la “Unidad Ejecutora Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)”. Dicho Acuerdo fue formalizado en el marco del Convenio Marco de Colaboración entre CNEA y CONICET del año 1988, cuyo objetivo principal es “armonizar y coordinar esfuerzos para asegurar

⁸ Analizando la base de datos de Google Patents entre 2010 y 2018, se observa que el única patente nano nuclear es la de la Dra. Laura PolICASTRO “Equipo de producción continua y método de microfluídica para sintetizar nanovesículas y para encapsular nanopartículas en nanovesículas” <https://patents.google.com/patent/AR101808A1> (consulta 26 de noviembre 2018)

una permanente cooperación, el intercambio técnico para la ejecución de investigaciones y el desarrollo de tecnologías y productos que puedan ser empleados en sectores productivos” (CNEA, 1978). En esa línea, el Acuerdo en cuestión viene a expresar de manera particular, en una determinada área de conocimiento, la intención de regular la relación entre CNEA y el CONICET. De este modo, si bien el INN ya existía en el organigrama de CNEA previamente al Acuerdo como un Departamento dependiente de la Gerencia de Investigación y Aplicaciones No Nucleares, no obstante, al darle la entidad de Unidad Ejecutora -una clasificación propia del CONICET- se estaba abriendo una nueva institucionalidad que “equilibra” la relación entre ambos organismos.

En los considerandos de la resolución de aprobación por parte de CNEA se amplían las causas por las cuales se llega al Acuerdo con el CONICET, las cuales son:

- el desarrollo conjunto de actividades de gran interés, especialmente en el área de la Nanotecnología;
- la gran cantidad de investigadores de CONICET en el INN;
- la necesidad de articularse con otros institutos del área disciplinar, como el Instituto de Nanosistemas (INS) de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM);
- el interés de replicar experiencias asociativas similares como el MINATEC -Micro and Nanotechnology Innovation Campus, fruto del CNRS, y el CEA, Comisión de Energía Atómica y Energías Alternativas de Francia-, el cual ha redundado en una mayor competitividad en la investigación y desarrollos tecnológicos, la industria nuclear y los derivados que se producen (CNEA, 2017).

Asimismo, en el texto del Acuerdo, se fijan los objetivos principales de la Unidad Ejecutora (UE) de doble pertenencia institucional, los cuales son:

- Realizar investigación y desarrollo en el área de la Nanociencia y la Nanotecnología
- Contribuir, en la órbita de su competencia, al desarrollo de tecnología desde su generación hasta su implementación, atendiendo con carácter prioritario las demandas y los proyectos del Plan Nuclear Argentino.
- Contribuir a la formación de recursos humanos en calidad de estudiantes graduados y personal calificado en el área.
- Colaborar con el sector productivo de bienes y servicios en proyectos de asistencia técnica y transferencia de tecnología, propendiendo a una estrecha relación con la comunidad (CNEA, 2017).

Respecto al punto relacionado con la vinculación y transferencia de tecnología, las cuales se realizan en el marco de la Ley 23.877 de Promoción y Fomento a la Innovación

Tecnológica, en la Cláusula 9° se plantea que el personal de CONICET en el INN estará “alcanzado por el régimen vigente en CNEA” (CNEA, 2017). Además, en el Acuerdo se expresa que “el cumplimiento de los objetivos y las funciones mencionadas se articulará con el planeamiento explícito de la CNEA para el área en cuestión o con la ejecución de programas que ambas partes acuerden” (CNEA, 2017).

En consecuencia, tanto en los considerandos como en el Acuerdo se observa una preeminencia de las políticas y prioridades institucionales de CNEA por sobre las del CONICET, en tanto la industria nuclear y el Plan Nuclear aparecen como espacios prioritarios para aplicar el conocimiento generado en el INN. En esta línea, aun cuando el objetivo de colaborar con el sector productivo de bienes y servicios en proyectos de asistencia técnica y transferencia de tecnología bien podría ser de interés de ambas instituciones, no obstante el régimen de ejecución de tales actividades está determinado por la normativa de CNEA. Esto, sin embargo, no implica que estas actividades estén determinadas por las prioridades de CNEA.

Al mismo tiempo, la ausencia de un marco interinstitucional que regule la transferencia de tecnología conjunta CNEA-CONICET, junto con la trayectoria de vinculación y transferencia de tecnología a mercados “no nucleares” descrita en el punto anterior, llevarían a un problema no solamente a nivel de gestión del INN que sea beneficiosa para CNEA y CONICET, sino también y principalmente respecto de la dificultad de lograr la implementación de la “prioridad nuclear” del instituto. En otras palabras, ante la pregunta “¿Cómo tender hacia el redireccionamiento de la capacidades nanotecnológicas hacia la industria nuclear argentina?”, bien se puede responder que la falta de una estrategia o visión común acerca de la gestión y aplicación productiva de la nanotecnología traen como consecuencia:

- 1) una gestión unilateral del INN (CNEA o CONICET), donde cada institución, en función de sus capacidades, logra “sacar beneficio” de la I+D+i nano;
- 2) la implementación parcial del principal objetivo del INN, referido a la aplicación de la nanotecnología al Plan Nuclear Argentino.

De dichos presupuestos se deriva la siguiente hipótesis: *Actualmente la puesta en el mercado de la nanotecnología producida en el INN es realizada por la institución con mayores capacidades de captar el valor económico de dichas innovaciones, por lo que, la capacidades nanotecnológicas del INN no son gestionadas en función de las prioridades establecidas en el Convenio CNEA-CONICET, sino en función de las trayectorias de gestión de la innovación de las instituciones.*

Dicha hipótesis, derivada de la descripción del escenario, tiende a ser el puntapié para el principal objetivo del presente TFM.

Objetivo principal: Proponer un modelo conceptual para gestionar las capacidades de la UE-INN a los fines de lograr una contribución sistemática a la industria nuclear argentina.

Para lograr el objetivo principal del TFM y comprobar la hipótesis inicial, se plantean los siguientes objetivos específicos:

Objetivo específico 1: Describir y analizar las capacidades de gestión de la innovación de la CNEA y el CONICET, y vincularlas con la trayectoria de gestión del INN

Objetivo específico 2: Realizar un análisis comparativo entre las capacidades y estructuras de gestión de la innovación de la CNEA y el CONICET, a los fines de determinar qué institución actualmente saca mayor ventaja de las innovaciones del INN

Objetivo específico 3: Explorar las fortalezas que tiene la CNEA en su relación con la industria nuclear, a los fines de formular una propuesta que tienda al cumplimiento del objetivo prioritario “nuclear” del INN

Objetivo específico 4: realizar un análisis de la viabilidad y factibilidad de la propuesta para lograr el cumplimiento de las prioridades del INN.

4) Guía teórica para la comprensión y análisis del problema

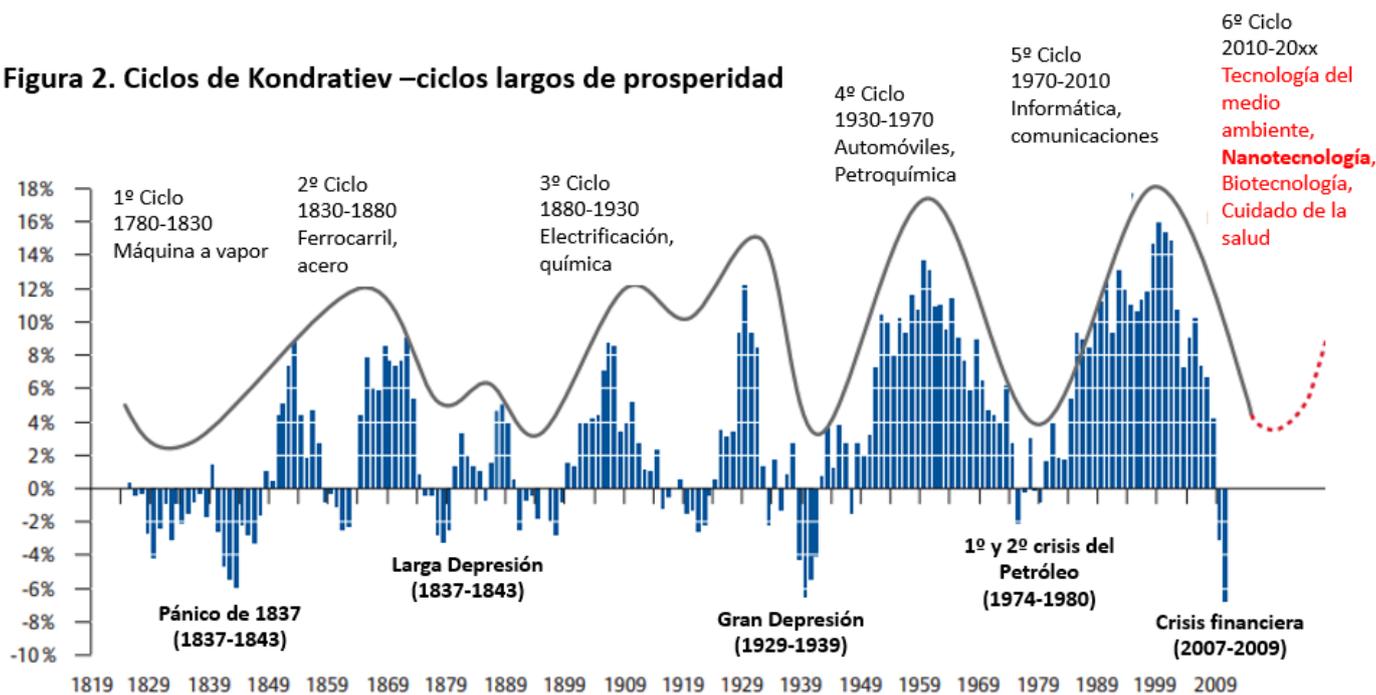
Para comprobar la hipótesis planteada y lograr el cumplimiento de los objetivos, se expone un marco teórico a los fines de: 1) valorar la importancia del impulso de nanotecnología para el desarrollo socio-económico y entender su estado de evolución actual; 2) el concepto de transferencia de tecnología y las definiciones en torno a sus formas de gestión en las instituciones, y de explotación beneficiosa; 3) comprender los conceptos de estructura, estrategia e implementación de prioridades, necesarios para analizar el aspectos de la problemática en torno a la gestión de las capacidades del INN.

4)1) Nanotecnología y desarrollo tecnoeconómico

El concepto de Nanotecnología alude al conjunto de conocimientos utilizados para la manipulación de la materia a escala nanométrica (es decir la mil millonésima parte de un metro), como consecuencia de la comprensión de los fenómenos físicos regidos por mecánica cuántica que alteran el comportamiento de dichos materiales, con el fin de diseñar y mejorar las propiedades físico-químicas de distintos materiales, tornándose de este modo en mucho más eficientes y útiles con respecto a varias de sus aplicaciones originales (Vila Seoane, 2011). Este potencial que permite dotar de nuevas funcionalidades y propiedades a la materia, hace que la nanotecnología sea un campo de conocimiento que puede modificar y elevar los parámetros de productividad de sectores económicos, logrando así un nuevo modo de generar y acumular riqueza.

Debido a su gran importancia a nivel socio-económico, la nanotecnología aparece como un campo de conocimiento que estructura un paradigma de productividad en la economía, el cual es denominado por la corriente de pensamiento neoschumpeteriana “paradigma tecno-económico”. Carlota Pérez (2010) define al paradigma tecno-económico como un “modelo de práctica óptima que emerge gradualmente de la experiencia con la aplicación de las nuevas tecnologías, indicando la mejor, más efectiva y rentable forma de hacer uso del nuevo potencial de innovación” (Pérez, 2010: 17). Durante los últimos 200 años han sucedido varias “revoluciones tecnológicas” que han estructurado diferentes paradigmas tecnoeconómicos:

Figura 2. Ciclos de Kondratiev –ciclos largos de prosperidad



Fuente: extraído de Allianz Global Investors (2010)

Cada paradigma se caracteriza por articular principios respecto de un conjunto de las denominadas tecnologías claves, las cuales, al ser difundidas en el entramado socioeconómico, dan lugar a oleadas de desarrollo, generando, además, un nuevo sentido común compartido para tomar decisiones gerenciales, de ingeniería, finanzas, comercio y consumo (Pérez, 2010: 17)⁹. En este repertorio de tecnologías se encuentra la nanotecnología, las cual se pronostica que impactará en la economía en los próximos años.

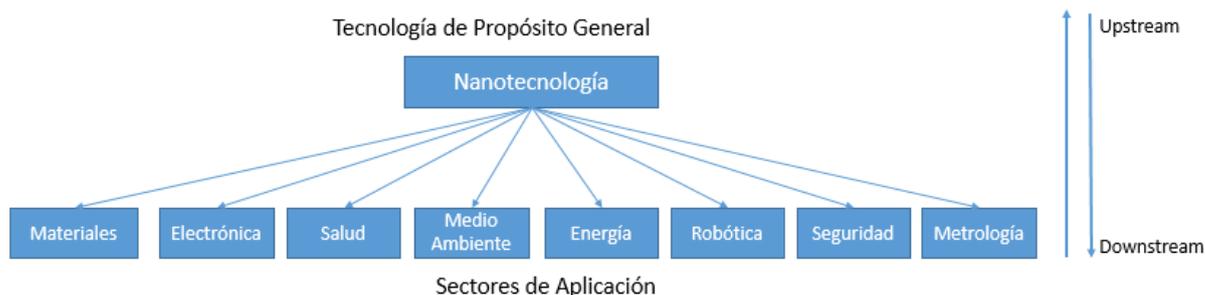
Bresnahan y Trajtenberg (1992) definieron a estas tecnologías claves como Tecnologías de Propósito General (TPG): son tecnologías dinámicas que poseen un potencial inherente para lograr técnicas y, junto con innovaciones complementarias, permite un aumento de productividad por su generalización como inputs por varios sectores socioproductivos aguas abajo (Besnahan et. al., 1992: 2). Por consiguiente, el

⁹ De algún modo, aun cuando el concepto de paradigma tecnoproductivo es concebido por la corriente neoschumpeteriana, el surgimiento, auge y ocaso de un patrón global de crecimiento basado en la tecnología fue explicado originalmente por Nicolai Kondratieff, quien plantea que los sistemas económicos producen en su interior fluctuaciones que provocan etapas de auge y depresión económica, generando de manera estructural ondas de crecimiento-recesión de aproximadamente 60 años. Dichas ondas largas, según Kondratieff, comienzan con la introducción y difusión de una innovación tecnológica disruptiva, la cual constituye la piedra angular (cornerstone) de una etapa de crecimiento económico (y de un paradigma tecno productivo) basado en una mejora de la productividad (Tuncel, 2015: 59).

aumento de productividad que logra la inserción de una TPG hace que ésta sea extendida a través de toda la economía, creando ganancias productivas generalizadas (Bresnahan et. al., 1992) y generando innovaciones tanto radicales -discontinuas y destructoras de competencias en sus respectivas industrias- como incrementales -envueltas o incorporadas dentro de las tecnologías existentes, y utilizando, y a veces mejorando las competencias de las empresas (Shea, 2005: 187-188).

Con respecto a la nanotecnología, varios autores han analizado su condición de TPG (Shea, 2005; Kreuchau, F et. al., 2014). Shea (2005) afirma que “el volumen y amplitud de las potenciales aplicaciones de la nanotecnología, su gran alcance para la mejora, y su fuerte complementariedad con las tecnologías existentes las define como TPG”, logrando variados grados de impacto en empresas pertenecientes a diferentes industrias, abarcando desde materiales, automatización, aeroespacial y producción electrónica, hasta salud, gestión del medio ambiente y seguridad nacional (Shea, 2005: 188-189 traducción propia). Asimismo, teniendo en cuenta que “la mayoría de las TPG juegan un rol de tecnología posibilitadoras (enabling technologies), abriendo oportunidades en vez de ofrecer soluciones finales o completas”; el desafío de los gestores tecnológicos consiste en la descubrir y conducir las oportunidades que se abren por la “aplicación de la nanotecnología aguas abajo y su integración exitosa con otras tecnologías nuevas y existentes” (Shea, 2005: 190).

Figura 3. Aplicación de la TPG Nanotecnología a varias industrias



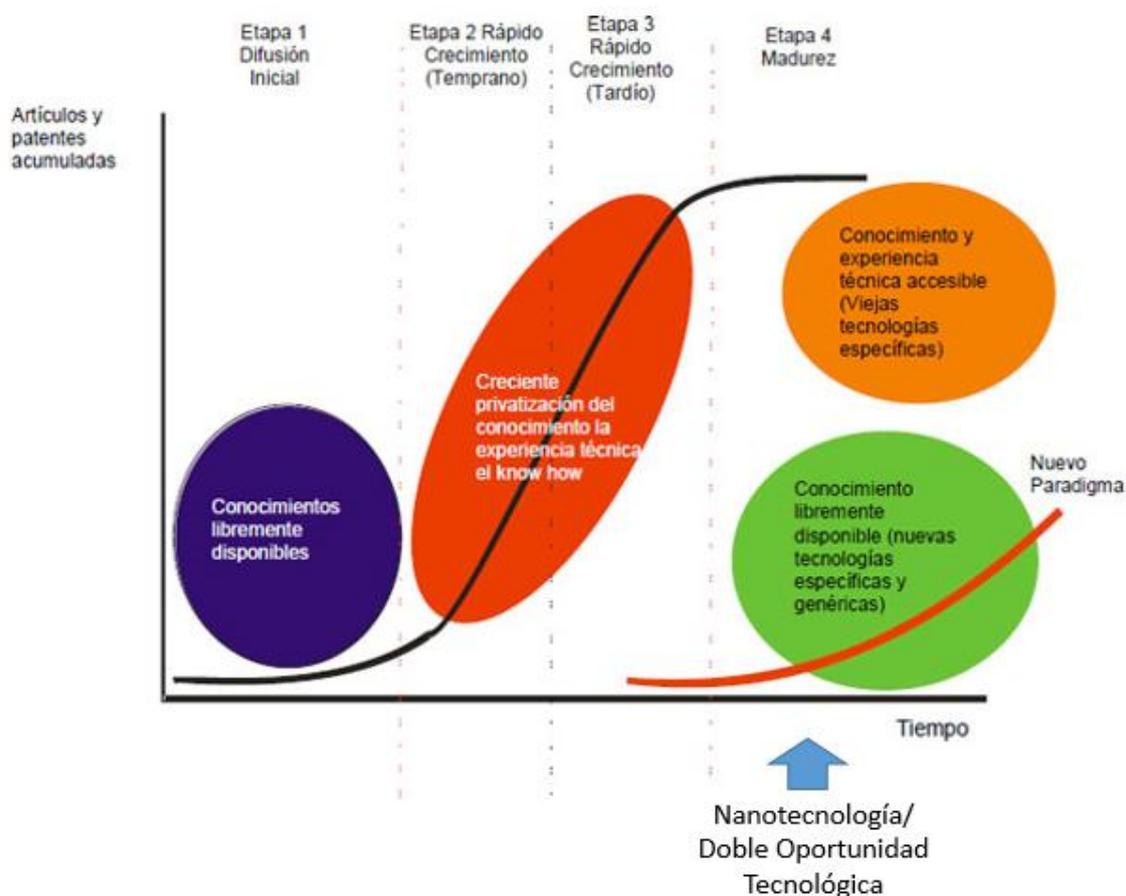
Fuente: Shea (2005)

En términos de los actores sociales que posibilitaron la difusión de la nanotecnología, es de destacar que los Estados han tomado un rol activo, definiendo en conjunto con la comunidad científica el concepto de nanotecnología y estableciendo una visión de largo plazo para su desarrollo debido a sus estimaciones como protagonista de un nuevo paradigma científico e ingenieril (Roco, 2011: 427-428). No obstante esto, el

objetivo de las políticas de nanotecnología ha sido estimular la participación privada en su financiamiento y difusión.

De acuerdo con Roco (2011), después de 2002 y 2003 la nanotecnología ha penetrado las industrias emergentes y clásicas especialmente, impactando mayormente en “áreas emergentes tales como nanoelectrónica” y más lentamente en “industrias más clásicas sectores industriales tales como industrias maderera y papelera”, lo que hace suponer que “la penetración de la nanotecnología en industrias claves está relacionado con el porcentaje que la industria gasta en I+D” (Roco, 2011: 431). Este diagnóstico respecto a las principales y primeras industrias adoptantes luego de 2002-2003 coincide, por un lado, con una instancia de doble oportunidad tecnológica en que las tecnologías claves del ciclo anterior (las TIC) se cruzan con la emergencia de la nanotecnología; y, por otro, con la simultánea etapa de evolución proyectada de la nanotecnología.

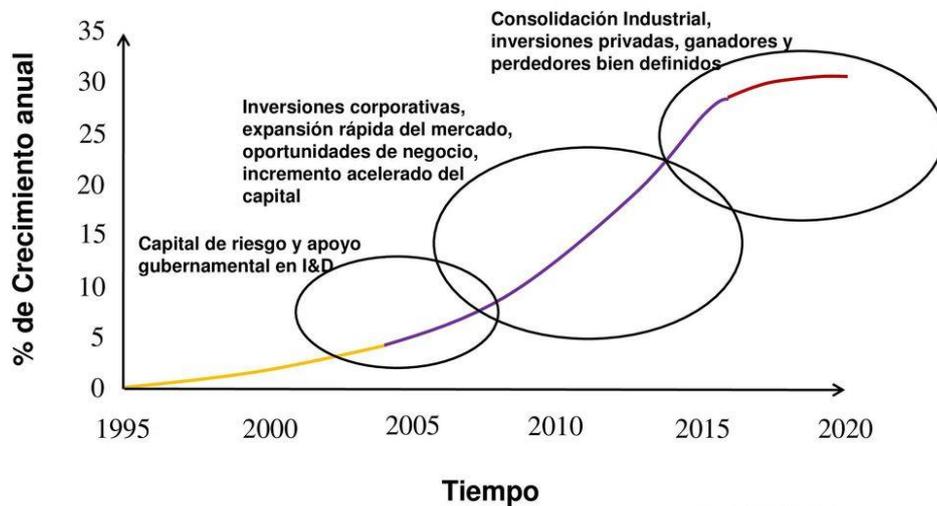
Figura 4. Nanotecnología y la doble oportunidad tecnológica



Fuente: Adaptado de Pérez (1988, 2001) citado por Zartha et al. (2014)

Analizando con detenimiento la tasa de evolución de la nanotecnología en el tiempo, en la etapa de irrupción y emergencia, el principal inversor de riesgo es el Estado, mientras que, a medida que la tecnología va definiéndose en los entramados económicos, el mercado va tomando protagonismo en el financiamiento. Como resultado, para 2016, gracias al impulso público-privado a su difusión, más de 800 productos del mercado mundial estaban basados en nanotecnologías (MINCyT 2016: 9). **(Figura 5)**

Crecimiento de la Inversión



Tasa de crecimiento de productos basados en nanotecnología y la aparición repentina de otras tecnologías

Fuente: CONACYT (2009)

Como puede apreciarse en el gráfico presentado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, si bien se sigue afirmando que la nanotecnología está en una fase de desarrollo y aún es dificultoso medir su impacto real en la economía (MINCyT, 2016: 9), es posible reconocer una instancia de mayor participación industrial en el financiamiento. Asimismo, el gráfico de CONACYT coincide con la clasificación de la evolución holística de la nanotecnología, realizada por Roco (2011):

Tabla 4. Evolución holística de la Nanotecnología

Intervalo	2001-2010 (Nano 1)	2011-2020 (Nano 2)
Medidas	Indirecto, utilizando aproximaciones promedio de tiempo y volumen	Directa, con precisión atómica en los dominios biológicos e ingenieriles, y con una resolución de femtosegundo
Fenómenos	Descubrimiento de fenómenos individuales y nanoestructuras	Fenómenos complejos simultáneos; integración a nanoescala.
Nuevos Paradigmas I+D	Descubrimiento multidisciplinario desde la nanoescala	Foco en nuevas funciones; nuevos dominios de aplicación, un foco incremental en la innovación
Procesos de Síntesis y de Manufactura	Empírico/Semi-Empírico; rasgo dominante: miniaturización top-down; componentes a nanoescala; polímeros y materiales durables	Diseño "Science-based", incremento del ensamblaje molecular bottom up; sistemas a nanoescala; incremento de los procesos bio-basados.
Productos	Mejora de productos existentes utilizando nanocompuestos	Nuevos productos revolucionarios posibilitados por la creación de nuevos sistemas, incremento del foco en la biomedicina
Tecnología	Desde dominios fragmentados hacia clusters intersectoriales	Hacia tecnologías emergentes y convergentes
Impacto de la Nanociencia y la ingeniería en las nuevas tecnologías	Materiales avanzados, electrónica, químicos, y farmacéuticos	Incremento hacia: nanobiotecnología, recursos energéticos, recursos acuíferos, comida y agricultura, silvicultura, diseños basados en simulación, tecnologías cognitivas

Educación	Desde la micro- a la nanoescala	Invirtiendo la pirámide de aprendizaje por los conceptos generales de nanotecnología incorporados tempranamente
Impacto social	Ética y cuestiones ambientales, de salud y seguridad	Aplicación masiva, sustentabilidad expandida, productividad, y salud; efectos socio-económicos
Gobernanza	Establecimiento de nuevos métodos, ecosistema centrado en la ciencia	Ecosistema centrado en el usuario; participación en aumento; aproximación socio-económica
Internacional	Comunidad CyT formal, establecimiento de una nomenclatura, patentes, y organizaciones para estandarización	Implicaciones globales para la economía, balance de fuerzas, medio ambiente, sustentabilidad

Fuente: Roco (2011) – traducción propia

En conclusión, actualmente, en un contexto de surgimiento de un nuevo paradigma tecno-económico y la necesidad de nuevas estrategias público-privadas de gestión de la innovación, la nanotecnología está transitando una fase de expansión y simultánea consolidación en diferentes industrias, al tiempo que -como se observa en el cuadro- está alterando los modos de gobernanza y de gestión. Cabe esperar que los desafíos en las estrategias de innovación de los países y sus respectivas industrias serán claves en el nicho nanotecnológico para que ésta tecnología transite con éxito la fase de evolución actual.

4)2) Estructura, estrategia e implementación

Toda organización está basada en una estrategia organizacional definida en su misión y visión, y una estructura organizacional, reflejada en el organigrama y en sus procesos operativos internos. En ésta línea, Alfred Chandler plantea que “la estructura sigue a estrategia”, por lo que “el tipo más complejo de estructura es el resultado de una concatenación de varias estrategias básicas” (Chandler, 1962: 14). En esa línea argumentativa, Chandler sostiene que todo cambio de estrategia debe verse reflejado en un

cambio de estructura (Chandler, 1962). No obstante, el cambio de estructura como consecuencia del cambio de estrategia -y por ende como producto de un proceso de establecimiento de prioridades (Hellström et. al., 2017)- no viene dado de modo automático, sino que pueden existir demoras en el desarrollo de una nueva organización debido a que el mismo depende de “ejecutivos de las empresas responsables”, los cuales pueden estar o bien dedicados a las “tareas tácticas del día a día” sin pensar en cambios a largo plazo; o bien por cuestiones de educación y entrenamiento podrían no percibir los cambios estructurales necesarios para llevar a cabo una estrategia; o bien las reorganizaciones estructurales podrían aparecer como una amenaza al poder, y a la seguridad psicológica de los actores” (Chandler, :14-15).

Por su parte, Guerra Marín y García-Tenorio Ronda (1995) agregan que en todo proceso de dirección estratégica se requiere abordar no solamente la formulación de la estrategia, sino también la implementación de la misma (Guerra Marín et. al, 1995: 124). La implementación de la nueva estrategia se lleva a cabo luego que la organización resuelve tres aspectos: definición de la estructura, estilos de dirección y motivación, y problemas de cultura organizacional (Guerra Marín et. al., 1995: 124). En efecto, resolver las problemáticas de la estructura, el gerenciamiento y la cultura son condición necesaria para poder implementar las estrategias formuladas previamente.

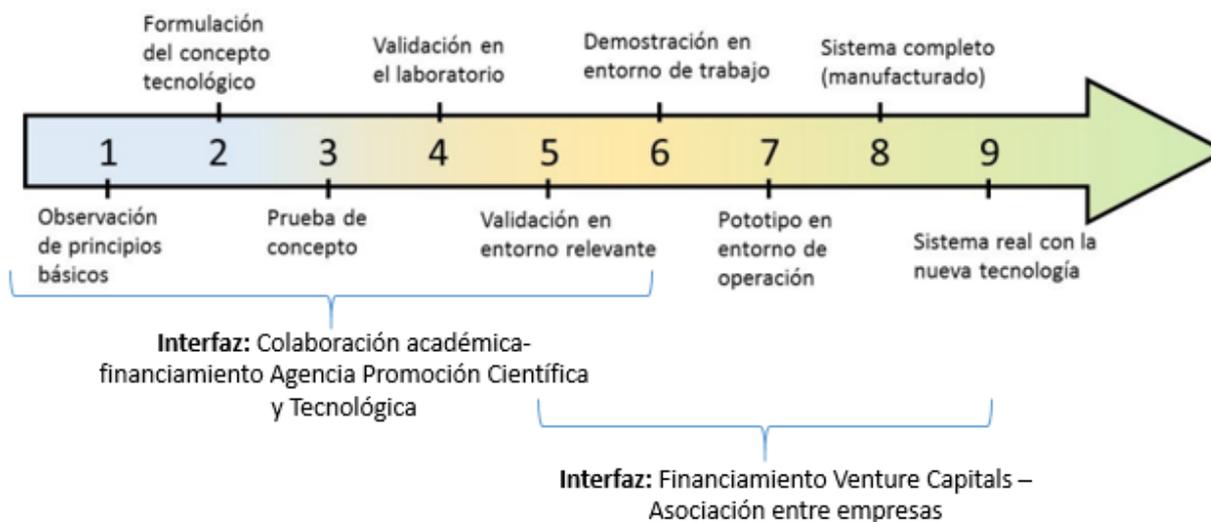
A continuación se aplicarán los conceptos generales de estructura y estrategia en el marco de las de organizaciones de ciencia y tecnología (OCyT), y se tratará la problemática de la implementación en el marco de acciones vinculadas a la transferencia de tecnología.

4)3) Estructura en las OCyT

Toda institución productora de conocimiento científico-tecnológico dispone, en primer lugar, de una estructura de gestión institucional, en cuyo seno se realiza I+D+i y actividades de valorización y protección de la misma; y una estructura de interfaz (EDI), que es donde se establecen los vínculos con los entornos científico-tecnológicos, financieros, gubernamental y socioproductivo que conforman el Sistema Nacional de Innovación (SNI) (Lugones et. al., 2015: 12; Fernández de Lucio y Castro, 1995). Tanto la estructura de gestión “principal” como la EDI de una OCyT están presentes en toda la cadena de desarrollo de una tecnología, la cual puede reflejarse un modelo de “cadena de

innovación” así como en su correspondiente “nivel de madurez tecnológica” (TRL por su siglas en inglés), el cual va del estadio 1 al 9.

Figura 6. Estructura de interfaz según los diferentes estadios de TRL



Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que entre las principales actividades de la estructura de interfaz de una OCyT está la transferencia de tecnología, la cual es definida por el Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología de la Universidad de Alicante como el conjunto de acciones orientadas a facilitar el rendimiento comercial en el mercado de las capacidades investigadoras y los resultados de investigación de las actividades de I+D que realizan las universidades, institutos, centros de investigación y empresas; y que comprende principalmente una etapa de valorización de la tecnología y otra etapa de posterior comercialización de la misma¹⁰. Dicha valorización y comercialización comportan el relevamiento de conocimientos científicos y tecnológicos de la OCyT para la conformación de una oferta tecnológica destinada a la comercialización. Al mismo tiempo, la valorización se realiza o bien protegiendo a los resultados de I+D a través de mecanismos legales de protección de la propiedad intelectual (patentes, secreto industrial, etc.) que luego se licencian; o bien se ponen a disposición las capacidades de I+D en servicios tecnológicos. Al respecto, Daniel Scacchi et. al. (2017) clasifica en dos las formas de los conocimientos a transferir:

¹⁰ https://www.ovtt.org/guia_practica (Consultado el 10 de junio de 2018)

-*Capacidades*: son los conocimientos y recursos, generados o adquiridos, útiles y aplicables por quien los dispone (el centro de I+D) en la satisfacción de demandas sociales/económicas. También denominadas know-how, las capacidades se encuentran fuertemente ligadas a los recursos humanos y a su conocimiento. De esta manera, confluyen: investigadores y personal de apoyo, recursos materiales (infraestructura, equipamiento) y también la capacidad organizativa para ordenar los recursos y su gestión. Los instrumentos para transferir capacidades pueden ser convenios de I+D, asesorías rentadas, asistencias técnicas, etc.

-*Resultados*: conocimiento generado en las instituciones de I+D protegido mediante formas legales (patentes, modelos de utilidad, derechos de autor, variedades genéticas y vegetales), las cuales son adquiridas por actores privados y/o públicos para su aprovechamiento en su actividad económica. Al contrario que en las capacidades, la transferencia de los resultados de investigación puede llegar a ser bastante independiente de los recursos humanos, materiales y organizacionales que los generaron, en tanto el conocimiento se encuentra empaquetado o, incluso, incorporado en dispositivos con plena autonomía para su uso por quien los adquiere. Los instrumentos de transferencia de resultados, son a través de una licencia de la propiedad intelectual, cesión de la titularidad de la propiedad intelectual y generación de spin-off (incubación de una Empresa de Base Tecnológica).

El proceso de valorización y comercialización de las capacidades y los resultados de I+D puede graficarse de la siguiente manera:

Figura 7. Tareas de Valorización de capacidades y resultados



Fuente: Scacchi, D. et. al (2017)

Asimismo, para lograr la transferencia de tecnología es necesaria que la ya mencionada EDI tenga una estructura formal (Mincyt, 2012: 15), la cual usualmente se denomina “Oficina de Vinculación y Transferencia de Tecnología (OVTT)”: artefactos institucionales que desarrollan las universidades o centros de investigación, con el fin de intermediar entre los distintos elementos pertenecientes a los entornos que componen el SNI y así facilitar los procesos de articulación y dinamización de la innovación, y cumpliendo la función de sensibilizar a los elementos que integran los diferentes entornos (Lugones et. al., 2015: 12). Aun cuando las OVTT pueden asumir diversos modos

organizacionales -hasta puede ser una función de un sector y no necesariamente un área exclusivamente dedicada a transferir-, pueden intervenir de diferentes maneras en la dinámica de innovación y transferencia, y contar con diferentes capacidades en función del contexto institucional en el que se sitúan; estas estructuras juegan un papel decisivo en la vinculación entre aquellos que producen y quienes son usuarios del conocimiento (Lugones, et.al, 2015: 12).

Ahora bien, esta relación “productores-usuarios” no se refiere solamente a una división “productor-consumidor final”, sino que los productores de una innovación bien pueden transferir el conocimiento a actores públicos y privados que no consumen, sino que obtienen ganancias explotando en el mercado el conocimiento que obtienen de dicha transferencia.

En ese sentido, de acuerdo a David Teece (1986), existen dos clases de actores institucionales claves en el marco de la red de generación y difusión de una innovación: en primer lugar, los *innovadores*, quienes son los que producen “cierto conocimiento técnico acerca de cómo hacer las cosas mejor que el estado del arte existente (...) asumiendo que el Know-How en cuestión es parte codificado y en parte tácito” (Teece 1986: 288); y quienes a través de la EDI intentan vincularse con el sector socio-productivo demandante de dicho know how. En segundo lugar, se encuentran los *seguidores/imitadores*, quienes son organizaciones que obtienen ganancias copiando las innovaciones y poniéndolas primero en el mercado, gracias a “capacidades especiales que el innovador necesita” y no posee o posee de manera débil (Teece, 1986: 285). Estas “capacidades especiales” se clasifican en tres tipos:

- *regímenes de apropiabilidad*: se refiere a la habilidad de una firma de capturar beneficios por la innovación, a través de formas de protección legal, por ejemplo, patentes (Teece, 1986: 287).
- *paradigma dominante de diseño*: se hace mención a una instancia preparadigmática, donde no hay un tratamiento conceptual aceptado acerca de un fenómeno en un campo de estudio (Teece, 1986: 287). En el marco de una industria, la instancia preparadigmática se traduce en diseños fluidos de productos, procesos de producción vagos y organizados adaptativamente, capital generalizado utilizado en la producción, y competencia entre empresas alrededor de diseños marcadamente diferentes (Teece, 1986: 287-288). La emergencia de un paradigma de diseño se traduce en la madurez científica y la aceptación de standards acordados como investigación científica “normal” (Teece, 1986: 287). A nivel

industria, la instancia paradigmática se refiere al momento en que, luego de varios ensayos y errores en el mercado, un diseño o una reducida clase de diseños pertenecientes a algunas empresas emergen como los más prometedores, en tanto cubren las necesidades de los usuarios de forma completa (Teece: 1986: 288). Una vez que el diseño se estabiliza, la competencia entre productos de las empresas deja de pasar por la performance y comienzan a primar el factor precio, al mismo tiempo que, siguiendo a Utterback y Abernathy (1978), los esfuerzos de innovación ya no se concentran en el producto sino en los procesos de producción.

- Posesión de activos complementarios: son aquellas capacidades de una empresa que permiten la comercialización exitosa de una innovación, tales como fabricación competitiva, canales de distribución, servicios varios (Marketing, Reglamentaciones, networking, etc.), y tecnologías complementarias (Teece, 1986: 289).

Cabe destacar que los regímenes de apropiabilidad, los paradigmas de diseño y los activos complementarios pueden estar o bien en posesión de los innovadores y/o seguidores, o bien ser elementos externos a los dos actores mencionados, en el marco de un régimen de outsourcing (Teece, 1986: 285).

En efecto, el grado de efectividad y desarrollo de la EDI dependerá en parte en cómo el innovador ha desarrollado estas “capacidades espaciales” propias del imitador/seguidor que menciona Teece. Al mismo tiempo, toda innovación reportará ganancias al innovador principalmente siempre que la EDI logre realizar una comercialización exitosa en base a un adecuado régimen de apropiabilidad, paradigma de diseño y los activos complementarios; caso contrario, los seguidores/imitadores tomarán ventaja.

Un ejemplo de esta observación lo otorgan autores que han estudiado la EDI/OVTT en el sistema universitario argentino. Como plantea Darío Codner (2017), si bien “casi la totalidad del sistema universitario argentino cuenta con al menos una OVTT”, no obstante en los estudios “se pone de manifiesto en la heterogénea capacidad para operar sobre cuestiones de propiedad intelectual y comercialización de tecnologías; el despasejo desarrollo de normativas específicas y los limitados esfuerzos de cooperación entre OVTT, entre otros aspectos” (Codner, 2017: 54). En ese sentido, Codner sostiene que el conglomerado de OVTTs de las universidades argentinas “presenta una débil articulación y heterogénea distribución de capacidades instaladas para operar en materia de transferencia tecnológica”, lo que, en términos de Teece, se interpretaría como un débil y desigual

desarrollo de las “capacidades especiales”. En el presente TFM se plantea que la observación de “debilidad y desigualdad” que hace alusión Codner también representaría a las OVTTs de Organismos de CyT, como la CNEA y el CONICET.

4)4) Estrategias tecnológicas y establecimiento de prioridades

La estrategia es un momento en el cual, a partir de un determinado diagnóstico, y establecido un objetivo o prioridad, se plantea, a través de acciones planificadas, qué camino ir haciendo, cuyo recorrido implica un juego incierto de inter-retroacciones; la cual, se intenta prever a los fines de lograr la eficacia direccional que conduzcan a la “situación objetivo” (Ander Egg, 1995: 95-96). Asimismo, toda estrategia está subordinada a determinadas políticas (policies), que determina las líneas de acciones generales de desarrollo (de un país, por ejemplo) (Ander Egg, 1995: 84).

En términos de políticas tecnológicas que derivan en estrategias, Henri Ergas (1987) ha planteado que los países pueden clasificarse en (Ergas, 1987: 192):

- “orientados a una misión” (*mission-oriented*): las políticas tecnológicas se focalizan en innovaciones radicales necesarias para alcanzar objetivos claramente establecidos de importancia nacional, en detrimento de la provisión de bienes públicos relacionados con innovaciones.

- “orientados a difusión” (*diffusion-oriented*): el propósito principal es difundir las capacidades tecnológicas a través de la estructura industrial, de modo tal de facilitar la adaptación principalmente incremental al cambio tecnológico en desarrollo. Dicha política está estrechamente vinculada con la provisión de bienes públicos innovadores.

Si bien Ergas ha planteado una taxonomía rígida para clasificar las políticas tecnológicas de los países, no obstante, los países plantean diferentes estrategias/direcciones en función de sectores, cambios en los contextos de innovación y de tiempos, lo que hace más flexible a ésta clasificación entre difusión orientada y misión orientada. Este fenómeno puede plantearse bajo el concepto de “múltiples misiones” (Anadón, 2012: 1744), o bien bajo la concepción de “integración de la generación y difusión” en función de objetivos políticos o prioridades establecidas (Hahn & Yu, 1999). En ese sentido, tanto las misiones para generar innovaciones como las estrategias de difusión de tecnologías son complementarias, siempre y cuando se establezcan prioridades, pero ya no pensadas como misiones tecnológicas, sino como objetivos socioeconómicos que contengan ambos enfoques (Mazzucato, 2018) .

En ésta línea, Hellström et. al. (2017), plantea que “el establecimiento de prioridades se refiere a los procesos políticos que conducen la I+D+i hacia objetivos específicos sociales y económicos de relevancia”, lo que contempla la producción de conocimiento básico y aplicado; el desarrollo tecnológico; y hasta cierto punto la estimulación de la comercialización de los resultados y las invenciones (Hellström et. al., 2017: 599). Las prioridades pueden ser temáticas -apoyo a una determinada área científica o disciplinaria, tecnología u objetivos sociales- o bien funcionales -condiciones de producción efectiva de conocimiento. Dichas prioridades pueden establecerse tanto a nivel macro (país), meso (sectores) y micro (organismos de CyT), lo cual deriva en una serie de acciones planificadas de generación y difusión de conocimiento a ser implementadas. En el nivel micro –el cual abarca el presente TFM-, la implementación de las prioridades conlleva una serie de aspectos a tener en cuenta.

4)5) La problemática de la implementación de las prioridades

El establecimiento de prioridades en I+D+i son parte clave de todo proceso de política pública, la cual puede realizarse de abajo para arriba (bottom-up) y de arriba para abajo (top-down) (Hellström et. al., 2017). El proceso de priorización bajo una aproximación bottom-up se da cuando la priorización de la I+D+i se delega en la comunidad científica; y en ciertos casos también se incluye una amplia cantidad de actores sociales, tales como Pymes y los sectores representativos de la comunidad civil. Por otro lado, la priorización top-down es cuando los gobiernos deciden en la distribución de los recursos que se destinarán aguas abajo en programas y/o llamados a financiamiento a proyectos (Hellström et. al., 2019: 241).

Siguiendo ésta línea, los estudios en implementación de prioridades han resaltado la tensión entre las iniciativas/políticas top down del gobierno nacional y la forma emergente o bottom-up en que tales políticas se llevan a cabo por las agencias y los burócratas (Hellström et. al., 2017: 599). No obstante, Hellström et. al. (2019) sostiene que el proceso de implementación de prioridades no es la simple tensión top-down/bottom-up, sino “un proceso complejo que involucra muchos actores e interfaces de contacto” (Hellström et.al., 2019: 241), lo cual, visto desde una perspectiva sistémica, comporta la interconexión con usuarios-demanda (mercado), las instituciones en sí y sus estructuras, y la negociación política (Hellström, 2019: 241). Asimismo, el autor sostiene que un proceso de

implementación de nuevas prioridades en una agencia comporta una traslación que debe lidiar con las capacidades organizacionales ya formadas gracias a prioridades pasadas, por lo que las nuevas prioridades podrían entrar en conflicto con las tales estructuras “dependientes de la trayectoria” (path-dependent), creando tensiones entre las capacidades organizacionales y la producción de conocimiento con miras a crear novedad (Hellström et. al., 2019: 241). Si bien, como plantea el autor, la implementación de prioridades puede deberse en parte a trayectorias organizacionales/sociales y epistémica-cognitivas (Hellström et. al., 2019: 241), no obstante en el presente TFM nos centraremos solamente en el aspecto organizacional de la implementación de las prioridades establecidas en el INN.

5) Metodología

El presente TFM corresponde a una investigación empírica, en tanto, a partir de datos recolectados, se intentará arribar a un diagnóstico de la problemática en torno a la prioridad nuclear en el INN; y posteriormente, a una propuesta para tender al logro de dicho objetivo prioritario.

Para la recolección de datos, entre octubre de 2014 y octubre de 2017, se realizaron entrevistas semi-abiertas y charlas informales con investigadores del INN y sus directores. Asimismo, se entrevistó a los “fundadores” del INN y a grupos de trabajo de CNEA que han trabajado en colaboración con el INN. Por otro lado, en 2016 se realizó un desayuno de trabajo con la Responsable de Vinculación de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), a los fines de reforzar conceptos sobre la temática de nanotecnología y contrastar con las modalidades de gestión de CNEA. Las entrevistas fueron desgrabadas, y se apuntaron frases claves de las charlas informales.

Otra fuente de recolección de datos fue la información publicada por ambas instituciones tanto en las páginas web institucionales como en portales de noticias especializados (Reglamentaciones, Memorias, documentos de trabajo, noticias, etc.). Respecto a CNEA, también se tomó información de la intranet institucional y del portal del Boletín Administrativo Público (BAP). También, para el análisis de casos de la transferencia de las capacidades del INN, se han leído papers de investigadores del instituto y revisado la base de datos “Google Patents”, para luego contrastar con el registro de patentes de la CNEA, publicado anualmente en la memoria institucional.

Para diagnosticar la estructura y las capacidades de la CNEA y el CONICET se describirán, en primer lugar, las estrategias y visión de las dos instituciones que las hacen posible. Con esta descripción, se analizará cómo impactan las dos EDI en el INN. Paso siguiente, se buscará comprobar la hipótesis planteada en el punto 3). Luego se describirán y analizarán las capacidades y las estructuras de ambas instituciones, volcándose las conclusiones en siguiente tabla:

Tabla 5. Análisis de las estructuras y capacidades de CNEA y CONICET

	Organización	Capacidades especiales		
	Estructura de interfaz	Régimen de apropiabilidad	Activos complementarios	Paradigma de diseño
CNEA				
CONICET				

En dicha tabla se clasificará la situación de la CNEA y el CONICET de la siguiente manera:

Organización (EDI): centralizada/semi-centralizada/descentralizada

Capacidades especiales: fuerte/débil/inexistente

Por último, para realizar la propuesta de mejora, se tomará como insumo la información volcada en la tabla anterior. Así, teniendo en cuenta los puntos en que CNEA tiene fortalezas evidentes, se realizará una propuesta que consolide los aspectos donde CNEA está en ventaja, pero que al mismo tiempo no vaya en detrimento de las fortalezas del CONICET que contribuyen al INN.

6) Desarrollo

A continuación se realizará un repaso por las trayectorias de las visiones y prioridades de la CNEA y el CONICET, tomando como base tanto los hitos fundacionales y los últimos años de desempeño de cada una. Asimismo, se repasará las últimas estructuras de interfaz de las dos instituciones, resultados de sus respectivas estrategias.

6)1) La CNEA: entre la “misión nuclear” y el ofertismo

Desde su creación en 1950, CNEA ha sido considerado el principal organismo del Estado argentino en llevar a cabo la política nacional en energía nuclear. Así, la CNEA surgió como organismo “misión orientado”, caracterizado por planificar y llevar a cabo una política tecnológica, cuyo objetivo es el “desarrollo de tecnologías específicas en línea con objetivos definidos por el Estado” (Robinson y Mazzucato, 2019: 938): en este caso, el desarrollo de la tecnología nuclear para fines pacíficos.

Cabe resaltar que alrededor de la misión designada a la CNEA se fueron delineando lo que Sabato denomina “objetivos parciales” (Sabato, 1968), necesarios para llevar a cabo el objetivo principal de la misión. Dichos objetivos fueron resumidos por Sabato (1968) de la siguiente manera:

-Desarrollo de Recursos Humanos: formación de cuadros científicos y técnicos altamente calificados necesarios para los programas de desarrollo nuclear, entre los que se encuentran físicos, químicos, biólogos, metalurgistas, geólogos, matemáticos, médicos, cristalógrafos, veterinarios, ingenieros, abogados, economistas, etc.; hasta oficios como torneros, fresadores, matriceros, vidrieros, carpinteros, técnicos químicos, técnicos electrónicos, microscopistas, peritos mineros, cartógrafos, etc. En el marco de la estrategia de formación de Recursos Humanos, Sabato (1968) resalta la importancia de CNEA en la formación de metalurgistas científicos y de físicos, dos áreas académicas vacantes en ese momento en la Argentina, cuya formación en la CNEA se logró a través de los Cursos Panamericanos de Metalurgia y del Instituto de Física -luego renombrado “Instituto Balseiro”-, respectivamente.

-Desarrollo de la Infraestructura Material para investigación y desarrollo: el despliegue de una vasta infraestructura integrada y distribuida geográficamente en todo el país bajo la forma de Centros Atómicos, oficinas regionales y Complejos Fabriles y Mineros, Plantas Industriales donde se instalaron laboratorios, plantas pilotos, fábricas, talleres, depósitos, aulas, oficinas, bibliotecas, viviendas y lugares de servicios; a los que se suma equipamiento técnico.

-Desarrollo de Materias Primas Nucleares: consistente en el conocimiento de las reservas mineras como el uranio; junto con el desarrollo de tecnología necesaria para la extracción y transformación de materia prima nuclear.

-Desarrollo de una capacidad técnico-científica propia: Sabato lo planteaba como “el grado de autonomía con que un país puede trazar su propia ruta en el sofisticado campo de la energía nuclear, (el cual) depende en buena medida de la capacidad técnico-científica

propia que haya sabido desarrollar”. Esta capacidad propia consistió en el desarrollo nacional de tecnología nuclear (capacidad de diseño, desarrollo y montaje de reactores de investigación, elementos combustibles, placas combustibles, plantas de producción de radioisótopos, etc.); y en la transferencia de capacidades y resultados de la investigación nuclear a los sectores de la academia, organismos estatales (convenios con universidades de todo el país, para la creación de Centros de Medicina Nuclear, unidades académicas conjuntas, etc.) y con la industria nacional. Asimismo, en este punto se incluye la capacidad de la CNEA de desarrollar proveedores industriales para los programas nucleares.

Respecto a este punto, resulta clave destacar las acciones encaradas por CNEA de vincularse con la industria nacional para el desarrollo de proveedores nucleares. Así, como se observó en otro trabajo (Enriquez, 2013), “la concepción filosófica y política que ha distinguido a la Argentina en materia de planificación a largo plazo en el área nuclear se basó en la idea de que todo desarrollo nuclear nacional necesita de una industria nacional capacitada para poder ofrecer su capacidad productiva y “expertise” a los institutos y organismos dedicados a la energía nuclear” (Enriquez, 2013: 18). En ese sentido, desde sus inicios, la CNEA se propuso abordar a la esfera socio-productiva del país no solamente en su calidad de futuros usuarios o beneficiarios de la energía nuclear, sino también como “proveedores” de los recursos necesarios para que la energía nuclear pase de la escala laboratorio a la escala industrial.

Uno de los primeros hitos de vinculación de la CNEA con actores socio-productivos fue el acuerdo de la CNEA con la empresa SIAM Electromecánica para la fabricación de los elementos combustibles para el reactor alemán MZRF (Sabato, 1972: 8). La contratación obedecía al objetivo de “interesar a la industria argentina en lo que va a ser un gran negocio: la fabricación de combustibles para las usinas atómicas” (Sabato, 1972: 8). Al quitarle a la tecnología nuclear el carácter de “asunto exclusivo de Estado y de incumbencia de científicos”, el sector empresarial se convirtió en un actor clave para el escalado de esta tecnología, capacitándose y contribuyendo a dar forma a una futura industria nuclear argentina.

Para plasmar estas primeras acciones de vinculación en una estrategia sistemática, Sabato, quien entonces lideraba el Departamento de Metalurgia de la CNEA, realizó lo que puede denominarse “estrategia autónoma por etapas”, centrado en el área temática de la Metalurgia de Transformación.

Así, en una primera etapa, a partir de 1954, el Departamento de Metalurgia ideó una estrategia de formación de recursos humanos no solamente centrada en metalurgia nuclear -una subdisciplina de la ciencia y la tecnología de materiales en general-, sino que se enfocaba en formar metalurgistas que podrían actuar en varias áreas de aplicación. Como planteaba Sabato “nos propusimos no sólo realizar nuestra propia actividad metalúrgica sino promover y apoyar la metalurgia en diferentes lugares para con el tiempo que se convirtiese en la actividad académica que merecía ser” (Sabato, 1972). En efecto, y teniendo en cuenta lo planteado anteriormente acerca del carácter de organismos de I+D misión orientados de la CNEA, la autonomía relativa del Departamento de Metalurgia le permitió un cierto “desvío” de los objetivos exclusivamente destinados a la misión de desarrollo de tecnología nuclear, a los fines de establecer objetivos de desarrollo de la ciencia y tecnología de materiales en general.

Se podría afirmar que, mediante la estrategia de formación en metalurgia convencional, el Departamento de Metalurgia no estaba en línea con una política misión orientada de desarrollo nuclear argentino. No obstante, como se analizó en otros trabajos (Enriquez, 2011; 2013), Sabato estaba convencido que “para resolver los problemas de metalurgia nuclear de la CNEA y de nuestro país no debíamos instalar un laboratorio específicamente de metalurgia nuclear, sino un laboratorio de investigaciones metalúrgicas capaz, por supuesto, de resolver los problemas nucleares, pero capaz también de resolver problemas metalúrgicos mucho más generales” (Sabato, 1972).

Esta estrategia heterodoxa tuvo su segunda etapa, a partir de 1961, cuando el personal formado y la infraestructura del Departamento de Metalurgia había alcanzado un grado de desarrollo que le permitía poner a disposición capacidades científico-tecnológicas a industrias nucleares y no nucleares. Siguiendo la lógica de autonomía decisional, el Departamento de Metalurgia se propuso “poner los servicios (del Laboratorio de Metalurgia) a disposición de la industria nacional” (Aráoz et. al., 1974: 73). En ésta línea, José Galvele, quien también perteneció al Departamento de Metalurgia, señala que Sabato afirmaba que “no era posible tener una inversión en equipos y en gente de la magnitud que se estaba creando en el Departamento de Metalurgia, sin usarla como fuente de consulta y desarrollo para la industria mecánico metalúrgica” (Galvele, 2009).

En el marco de ésta segunda etapa de la estrategia, la cual se centró en darle una “estructura” a las acciones de vinculación con la esfera industrial, la CNEA se asoció con Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA) para crear,

en el seno del Departamento de Metalurgia, el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI), un “servicio de asistencia y asesoramiento científico-tecnológico en problemas de metalurgia de transformación con el objeto de brindar asistencia técnica a la industria” (Enriquez, 2011: 14). El SATI tenía como objetivos 1) llevar a la industria los conocimientos modernos y nuevas técnicas que a través de la investigación básica y aplicada se han desarrollado en los últimos años; 2) facilitar acceso a una mejor información científica para ayudar a la industria a resolver sus problemas técnicos mediatos e inmediatos, creando un organismo ágil de consulta; 3) servir como núcleo de entrenamiento a fin de dotar al país de técnicos e ingenieros con bases rigurosas en diferentes aspectos de Ingeniería Metalúrgica.

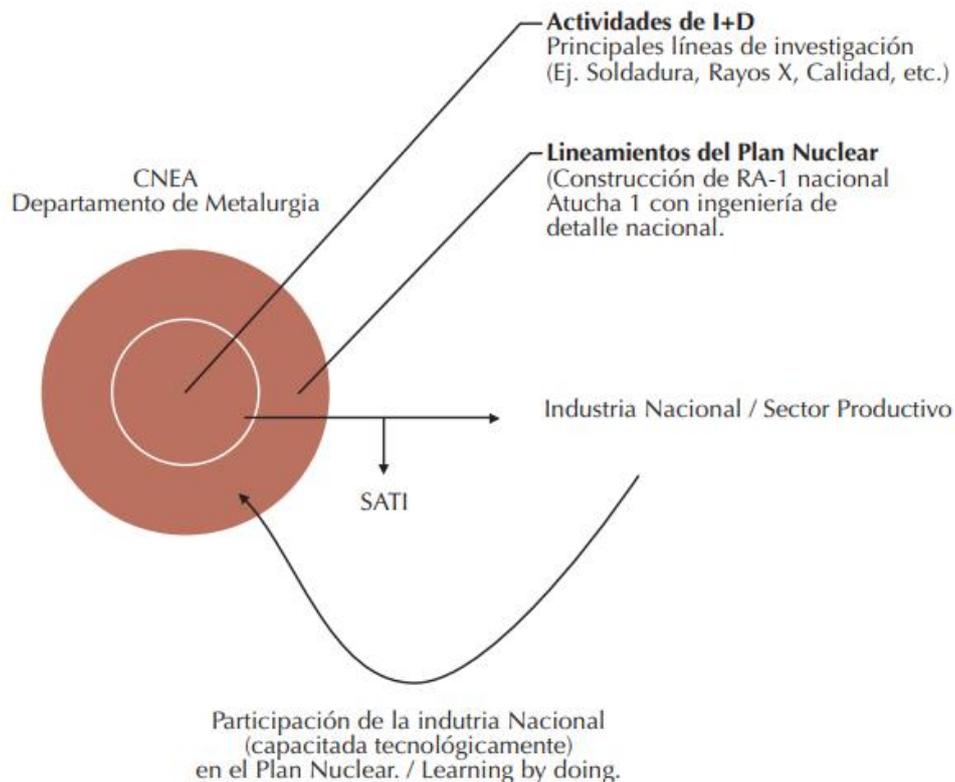
Más allá que el SATI se constituyó como un órgano de consulta para toda la industria metalúrgica necesitada de un upgrading tecnológico, al encontrarse dentro de la CNEA, se vinculó con la necesidad de gestar la industria nuclear argentina. Así, el conocimiento del estado técnico de la industria nacional le otorgó al SATI un activo importante para evaluar qué posibilidades de industrialización nuclear había. Además, como planteaba Sabato, “no se puede pensar que el país adquiera capacidad en la industria nuclear si no la tiene en su industria electro-mecánica-metalúrgica; ésta es la que debe alimentar a aquélla, es su base de sustentación, es su punto de partida natural (...) nuestro laboratorio debía estar capacitado para prestar apoyo técnico a toda esa industria y ayudarla a alcanzar los altos niveles de calidad y eficiencia que son imprescindibles para realizar obras nucleares” (Sabato, 1972). De esta manera, mientras el SATI servía para aportar al desarrollo de la industria en general, al mismo tiempo iba construyendo también la plataforma de proveedores que luego serviría a los propósitos del Plan Nuclear Argentino.

Uno de los modos de redireccionar la relación que la industria metalúrgica ya tenía con el sector nuclear a través del SATI, fue a través del “uso inteligente y estratégico del poder de compra del Estado” (De Dicco et. al. 2018: 2). En 1963, en la segunda etapa de la estrategia, esto se puso en práctica, cuando la CNEA comenzó a contratar a empresas metalúrgicas argentinas para la fabricación de equipos y componentes electromecánicos requeridos en la construcción del Reactor de investigación RA-3. Asimismo, en 1965; la CNEA creó el “grupo industria nacional”, cuya misión consistía en estudiar, analizar y evaluar la participación de la industria en la construcción de la primera central nuclear de potencia Atucha I: aquí el SATI jugó un rol protagónico aportando información y contactos que ya tenía con la industria nacional (Tanis, 1986). Esto fue clave para asegurar el 40% de participación nacional en la construcción de la central (Enriquez, 2011: 18). Al

mismo tiempo, la capacidad productiva del SATI se puso a disposición para la solución de los problemas de fabricación, ensayo, especificación y evaluación de los recipientes de presión y de los generadores de vapor de la central (Enriquez, 2011: 18). Posteriormente, se aplicó la misma metodología en la construcción de la Central Embalse, asegurándose más del 50% de participación nacional y la transferencia de tecnología del diseño de la central (tipo CANDU).

En esta tercera etapa de la estrategia, es posible apreciar una estrategia de “transferencia bidireccional de tecnología”, donde, luego de haberse relacionado con la esfera industrial, el SATI establecía un vínculo más dirigido donde “contemplaba la generación de una industria nacional capacitada para construir centrales de potencia” (Enriquez, 2013: 21). Por lo tanto, lo que al principio parecía fuera de la misión de CNEA, fue luego considerado un “dividendo extraordinario” (Sabato, 1972) y clave para lograr que la energía nuclear pasase de escala laboratorio a la escala industrial. De este modo, el SATI expresó la complejidad y la mirada estratégica de la CNEA en términos de vinculación y transferencia de tecnología.

Figura 8. Estrategia de transferencia bidireccional de tecnología



Fuente: Enriquez (2013)

El aporte que realizó el SATI a la misión del sector nuclear y en la formación de una mirada industrializante en la CNEA tuvo su repercusión posterior en la visión institucional para la creación de empresas nucleares, las cuales actualmente ocupan determinadas posiciones dentro de la cadena de valor de producción de tecnología nuclear:

Tabla 6. Principales empresas de la industria nuclear argentina

Empresa	Composición	Características
Nucleoeléctrica S.A. (NA-SA)	99% Estado argentino	Arquitecta, ingeniera, integradora y operadora de las centrales de potencia argentina
INVAP S.E.	Empresa de la provincia de Río Negro	Diseño, ingeniería e integración de productos tecnológicos complejos: reactores de investigación, satélites, equipamiento médico, radares.
CONUAR/FAE	Pérez Companc 64,63%, CNEA 35,57%	Fabricaciones de elementos combustibles para reactores de potencia, pastillas de uranio, tubos de zircaloy y aleaciones sin costura
DIOXITEK S.A.	51% Secretaría de Gobierno de Energía (Ministerio de Hacienda), 48% CNEA y 1% a Nuclear Mendoza Sociedad del Estado.	Suministro de dióxido de uranio y cobalto60 para fines nucleares
ENSI S.E.	51 % Provincia de Neuquén y 49 % CNEA	Productora de agua pesada para reactores de potencia

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, habiendo descrito la vinculación del SATI y la CNEA con la esfera industrial a los fines de crear una industria nuclear proveedora, conviene preguntarse acerca de la dinámica posterior del otro aspecto clave del SATI: la vinculación con el entorno socio-productivo en general.

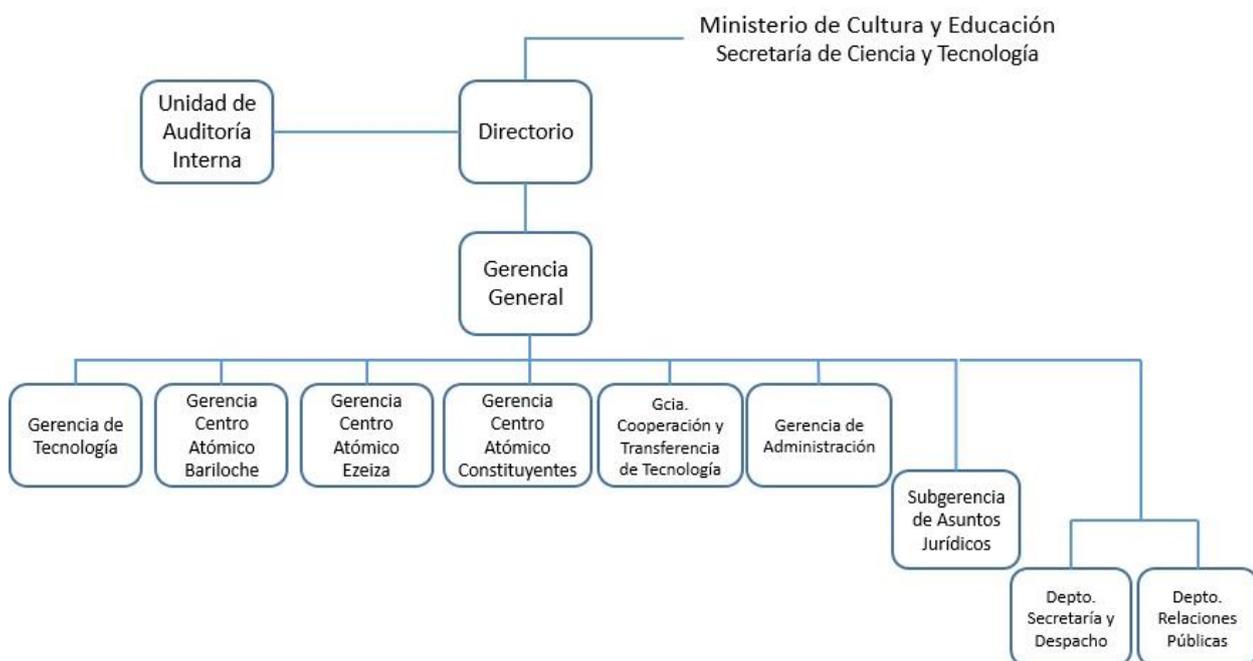
La vinculación con el sector socio-productivo “por fuera” del Plan Nuclear comenzó a ser prioridad institucional a partir de la desactivación y el desfinanciamiento del Plan

Nuclear en el año 1994. Esto significó la desarticulación de las capacidades de gestión y científico-tecnológicas de la CNEA destinadas a la construcción de centrales nucleares. Como consecuencia de no aplicarse las capacidades disponibles para un Plan de generación de industria nuclear, las mismas quedaron plenamente disponibles para el entorno socio-productivo en general.

En ese contexto de liberación de las capacidades del sector nuclear¹¹, la CNEA estableció una estrategia “ofertista-vinculacionista” (Enriquez, 2013), la cual consistía en el relevamiento de las capacidades de los centro atómicos para el diseño de una “Oferta Tecnológica de capacidades” de la institución. Dichas capacidades se ofrecerían a los entornos socio-productivos locales, sean nucleares o no nucleares, y la vinculación tendría entre sus objetivos reemplazar el financiamiento público retaceado.

Para darle estructura a ésta nueva prioridad, a través de la Decisión Administrativa 517/1996 se aprobó una nueva estructura adecuada a la estrategia “ofertista”: cada centro atómico tendría como responsabilidad promocionar y realizar asistencias técnicas a los entornos productivos, y la Gerencia de coordinación y transferencia de tecnología coordinaría la reorientación de las capacidades de la CNEA a la contribución a sectores socio-productivos (nucleares y no-nucleares).

Figura 9. Organigrama de la CNEA en la década de 1990



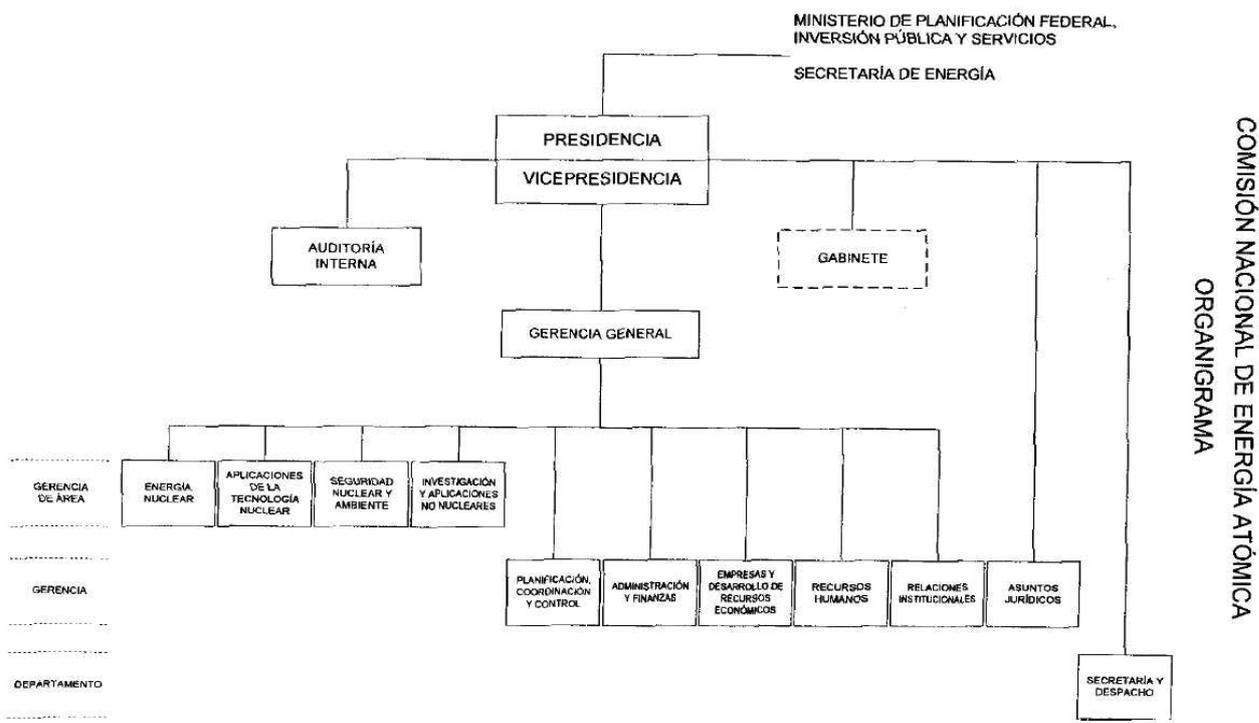
¹¹ Asimismo, cabe destacar que en este contexto se aprobó la Ley 23.877 de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica, que propiciaba la transferencia de tecnología de los organismos de CyT a sectores socio-productivos.

Fuente: Infoleg

En este nuevo marco, la CNEA estableció vínculos con empresas del sector petrolero, automotor, energético, farmacéutico, entre otros. En esta ocasión, los vínculos no tenían la finalidad de crear proveedores de la industria nuclear, sino que la única demanda provenía de las necesidades de los “clientes” provenientes de cualquier sector.

En 2006 el Estado argentino reactivó el Plan Nuclear Argentino. Esto trajo como consecuencia nuevas prioridades: la terminación y puesta en marcha de la central nuclear Atucha II, el diseño y construcción del prototipo CAREM-25, la extensión de vida Embalse, y el desarrollo de diversas aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear. Este “renacer nuclear” ha tenido consecuencias positivas en el financiamiento de la CNEA, con un aumento exponencial de su presupuesto junto con un incremento de la dotación de personal. Asimismo, el retorno de la “misión nuclear” resultó un punto de quiebre para la estrategia “ofertista” de la CNEA, la cual se reflejó en la reorganización estructural. Así, en este marco, se aprueba el Decreto 1612/2006 del Poder Ejecutivo Nacional, quedando el nuevo organigrama de la CNEA de la siguiente manera:

Figura 10. Organigrama de la CNEA según Decreto 1612/2006



Fuente: Infoleg

La nueva estructura ya no tiene como sectores principales a los centros atómicos, sino que está basado en la división por grandes áreas temáticas, dentro de las cuáles se encuentran las diferentes áreas científico-tecnológicas de la institución. El objetivo principal de ésta división temática era reorganizar a la CNEA para que aporte al Plan Nuclear como “soporte” de las empresas nucleares “integradoras” (INVAP, CONUAR, NA-SA, etc.), las cuales, en sus roles de arquitectas-ingenieras y poseedoras de los diseños de los productos nucleares complejos (centrales de potencia, reactores de investigación, elementos combustibles, etc.), demandarían los servicios tecnológicos de alto nivel. Al mismo tiempo, aun cuando las áreas temáticas brindarían sus capacidades a la industria nuclear, las mismas podrían continuar realizando asistencias técnicas y transferencia de tecnología a sectores socio-productivos en general, en un efecto de “dependencia de la trayectoria” (path dependence).

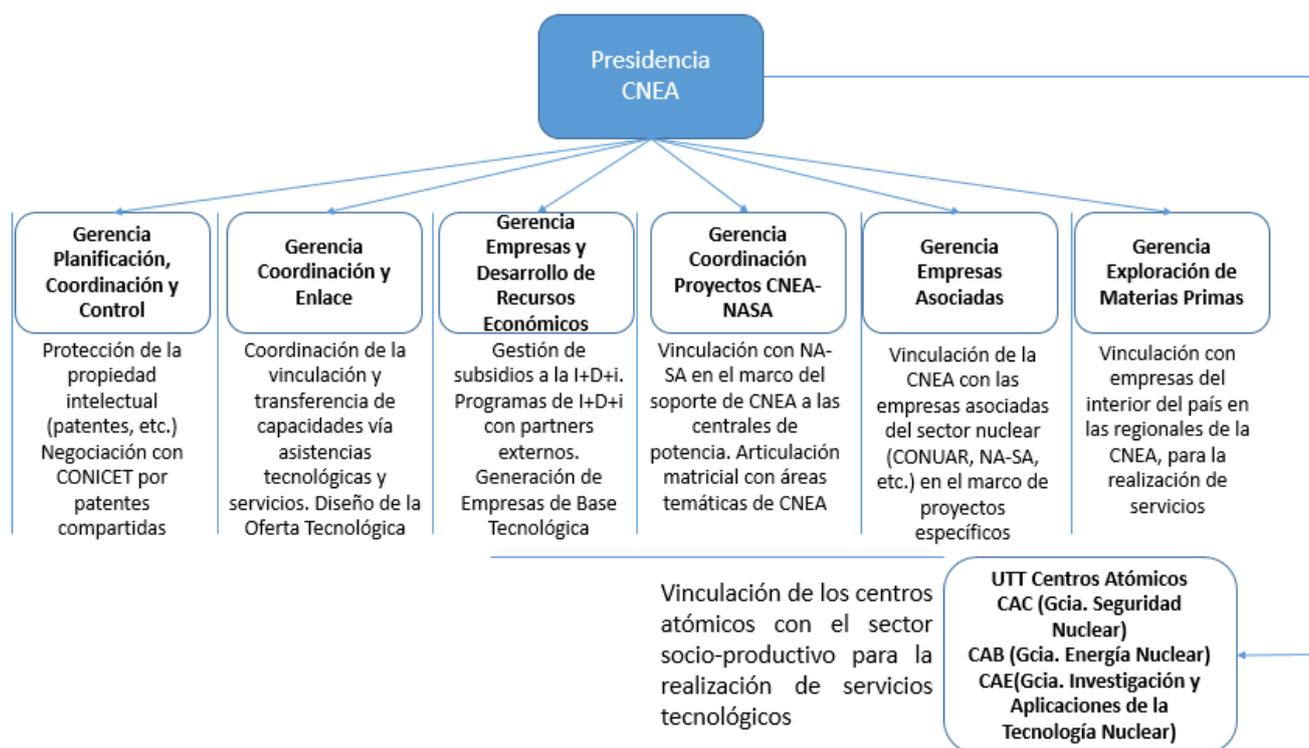
Esta posibilidad de los grupos de trabajo de transferir conocimientos tanto para objetivos del Plan Nuclear como a actores del SNI sin vínculo con la industria nuclear, ha llevado a un “debate informal” entre el personal de la institución acerca de la necesidad seguir vinculándose con sectores no nucleares¹² en tiempos donde la prioridad de la CNEA y de las empresas del sector es aportar a la concreción del Plan Nuclear (Enriquez, 2015). Este dilema se ha reflejado en la actual estructura de interfaz de la CNEA.

6)2) La estructura de vinculación y transferencia de tecnología de la CNEA

Como se planteó en el punto anterior, actualmente la estructura de interfaz de la CNEA se encuentra planteada en función de dos objetivos fundamentales: el aporte a las prioridades propias del Plan Nuclear Argentino y la transferencia de capacidades a una demanda “no nuclear”. Si bien los dos objetivos podrían delimitarse claramente, la estructura de interfaz no está diseñada a partir de la división “nuclear- no nuclear”. Asimismo, la estructura actual está basada en anteriores decisiones sobre cómo organizar la vinculación y la transferencia de tecnología en CNEA:

¹² Varios sectores siguen vinculados a proyectos de otros sectores, como por ejemplo CONAE etc

Figura 11. Actual estructura de interfaz de la CNEA



Fuente: elaboración propia

Luego de la sanción de la Ley 23.877 y su posterior reglamentación mediante el Decreto 1331/96, la CNEA diseña un mecanismo de gestión de la transferencia de tecnología que involucra a las Unidades de Vinculación Tecnológica (UVT), creadas al amparo de la mencionada ley, las cuales son coordinadas/auditadas por un sector en particular. Así, se crearon (o contrataron) tres UVTs, las cuales se relacionan con la CNEA a través de las Unidades de Transferencia de Tecnología (UTT), que están ubicadas en los centros atómicos de la CNEA -en cuyas instalaciones se realizan las principales actividades de I+D+i y de producción semi-industrial. Esta capacidad, hacia 1996, fue relevada y procesada por cada UTT de los centros atómicos, a los fines de diseñar las respectivas Ofertas Tecnológicas de capacidades. La confección de la oferta tecnológica de CNEA y la estructura de gestión diseñada han facilitado que la CNEA realice asistencias tecnológicas a alrededor de 590 instituciones públicas y privadas (CNEA, 2017: 125).

Al mismo tiempo, la creación de la AGENCIA como organismo financiador del sistema científico-tecnológico en 1996, llevó a la CNEA a adaptar su estructura para administrar dicho financiamiento a la I+D+i, cuya contraparte financiadora a veces corresponde a actores del sector socio-productivo. Asimismo, dado que varios aportes

realizados por la AGENCIA también disponen de financiamiento para la creación de start-ups, el sector de CNEA que administra estos subsidios también analiza proyectos donde el conocimiento producido en CNEA deriva en una empresa de base tecnológica. Este sector tuvo a su cargo, por ejemplo, la gestión de los subsidios para el spin off de CNEA y CONICET “MZP”, y gestionó los subsidios para el grupo de investigación que luego fundó la empresa Hybridon (Ver puntos 6)6) y 6)7)).

Además, la CNEA posee un sector dedicado a establecer mecanismos para la protección de la propiedad intelectual de los resultados de I+D, aunque dicho sector no depende las mencionadas unidades de gestión de los servicios tecnológicos y de los subsidios de la AGENCIA. Este sector también protege los resultados de la I+D realizada por CNEA en conjunto con otros organismos de CyT como CONICET. Asimismo, se destaca que los resultados de I+D protegibles legalmente no conforman la oferta tecnológica de la CNEA, por lo que no se contempla en primer término su transferencia vía licencia, cesión y generación de spin-off.

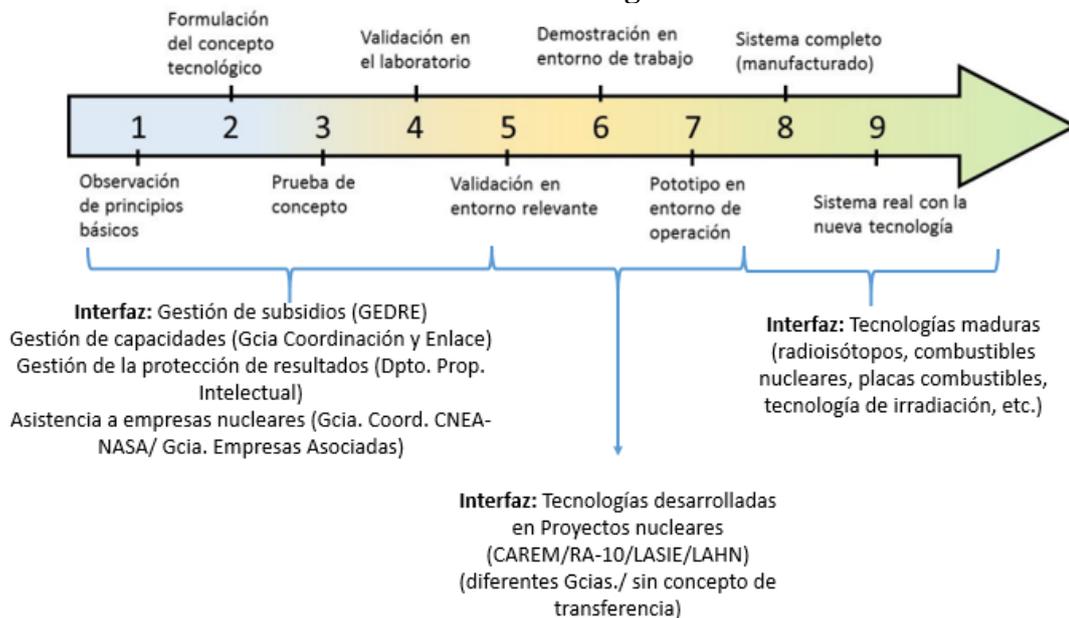
Por último, la CNEA también creó dos sectores para vincularse exclusivamente con las empresas nucleares asociadas -INVAP, CONUAR, NA-SA, DIOXITEK. En dichos sectores se coordinan de manera matricial las asistencias técnicas o proyectos específicos que CNEA tiene con dichas empresas. También es de resaltar que la ejecución de dichas asistencias a las empresas asociadas tiene la particularidad de aprovechar las capacidades de prácticamente todas las áreas temáticas de la CNEA de manera transversal, siendo el rol de estos sectores integrar las capacidades en función de los estándares técnicos, los diseños y las reglas proporcionadas por las mencionadas empresas.

Ahora bien, aun cuando la Estructura de Interfaz (EDI) está organizada bajo un “modelo in-house”-es decir, una estructura organizativa en la cual “las decisiones y actividades de protección y comercialización son ejecutadas directamente por una unidad de profesionales dependiente del Organismo de Ciencia y Tecnología (OCT)” (Mincyt, 2013: 27)-, no obstante, las misma se encuentra distribuida en diferentes espacios del organigrama y no existe un “elemento coordinador” que logre conjugarla en una visión integral. En este sentido, la CNEA utiliza un sistema de gestión de “coordinación múltiple de las Oficinas de Vinculación (OVTT)”, el cual permite la autonomía de las OVTTs ubicadas en las Gerencias mencionadas, pero al mismo tiempo trae como consecuencia una imagen “no unificada” de la Transferencia de Tecnología de la CNEA hacia la industria, al tiempo que obstaculiza la eficiencia operacional y financiera (Mincyt, 2013: 27).

Por otra parte, la inexistencia de una “Gerencia de Transferencia de Tecnología” o un “Consejo de Transferencia de Tecnología” que permita la visión unificada de ésta actividad y que se adecue en función de las prioridades institucionales, genera un escenario donde la política integral de vinculación y transferencia de la CNEA actualmente recaiga solamente en la presidencia de la CNEA. Otra consecuencia es que, ante cambios en las prioridades y estrategias de CNEA, resultaría complejo adecuar la estructura de interfaz a los nuevos marcos, sin tener que modificar una gran parte del organigrama de la institución.

En este punto, cabe preguntarse acerca de la lógica interna de esta fragmentación de la estructura de interfaz de CNEA, más allá de lo evidente en las funciones asignadas explícitamente a cada sector. En esta línea, es posible encontrar una lógica en la fragmentación de la estructura de interfaz observando la cadena de madurez de las tecnologías (TLR): ahí, se aprecia que la CNEA posee una estructura de interfaz diferente en función del estadio de TRL en el que se encuentra.

Figura 12. Distribución de la estructura de interfaz de CNEA en los niveles de madurez tecnológica



Fuente: elaboración propia

Como se ha planteado en otro trabajo (Enriquez, 2015) la singularidad de la CNEA con respecto a otros OCyT resulta de su presencia en prácticamente todos los estadios de la cadena de innovación, desde la I+D hasta el escalado comercial. En cada instancia, la CNEA ha establecido una “elemento de interfaz” reflejado en una gerencia diferente, mientras que en los estadios medios, donde una tecnología está en desarrollo

precompetitivo y donde se encuentra el “valle de la muerte”¹³ (por ejemplo el CAREM o Proyecto Lasie), la CNEA no tiene socios externos, salvo los proveedores y las fuentes de financiamiento público necesarios para realizar los prototipos.

6)3) La vinculación en el CONICET: desde el cientificismo a la vinculación.

El CONICET fue creado en 1958, siendo su misión establecida por decreto la de “promover, coordinar y orientar las investigaciones en el campo de las ciencias puras y de las aplicadas” (CONICET, 2006: 43). Asimismo, en el decreto se plantea que “el consejo podrá fijar un orden de prioridades que contemple las necesidades del país respecto de las investigaciones y la situación real de los distintos sectores de la actividad científica” (CONICET, 2006: 43). En efecto, a diferencia del decreto de creación de CNEA que fija explícitamente una misión, el CONICET requiere de una decisión política interna coyuntural respecto a su marco de prioridades. Desde un principio, esta definición clave no estuvo exenta de conflictos: ya los primeros presidentes y vicepresidente, Bernardo Houssay y Rolando García, tuvieron dos posturas encontradas respecto de la fijación de prioridades del CONICET.

Por una parte, Houssay y un grupo del CONICET mantenían una postura científicista-academicista, en tanto sostenían que el CONICET debía priorizar la ciencia básica, con especial énfasis en las ciencias biomédicas (CONICET, 2006: 45). En esa línea, el CONICET debía crear un sistema de financiamiento centrado en la filantropía y en aportes del Estado con el objetivo dominante de subsidiar proyectos de investigación y becas para el envío de investigadores al exterior, al tiempo que la ciencia debía ser liberada de las intervenciones “políticas” ajenas a su propia lógica (Hurtado, 2010: 31). También el “grupo Houssay” mantenía una concepción lineal acerca de la relación apoyo a la ciencia-progreso social, económico y cultural¹⁴ (Hurtado, 2010: 31). Por otra parte, se encontraba la postura de un grupo liderado por Rolando García, que sostenía que el desarrollo científico promovido desde el CONICET debía contemplar el panorama más amplio de necesidades sociales y a un proyecto de país (Hurtado, 2010: 32). Es por eso que García apelaba al apoyo por parte del CONICET a las Ciencias Sociales, y al incentivo de

¹³ El “valle de la muerte” es aquella instancia en que toda tecnología en proceso de desarrollo, madurez e introducción en el mercado, requiere flujos intensivos de financiamiento para probar la tecnología en entornos relevantes, al tiempo de generar un mercado potencial para la misma. Se denomina así porque varias innovaciones tecnológicas no logran superar esta instancia por falta de financiamiento, y por eso mueren.

¹⁴ Houssay aseguraba que “la mejor manera de tener ciencia aplicada es intensificar la investigación científica fundamental, pues de ella derivarán abundantes aplicaciones”(Houssay, 1960: 11).

la ciencia y la técnica para las aplicaciones industriales y el desarrollo económico (Hurtado, 2010: 32).

En la definición acerca de las políticas a implementar por el CONICET se impuso la orientación del quehacer científico propuesta por Houssay, así como su priorización de las ciencias biomédicas por sobre el resto de las áreas del conocimiento (CONICET, 2006: 46).

Para implementar las políticas institucionales, el CONICET estableció un régimen de subsidios a la I+D y la creación de la carrera de investigador. En ambos casos se acordó autonomía, autoridad y responsabilidad plena al Consejo, reteniendo éste las atribuciones de controlar, evaluar y promover la actividad científica, aun cuando en el Reglamento de la carrera se contempló la colaboración con las universidades nacionales y otras instituciones (CONICET, 2006: 52). Además de la carrera y de los subsidios, el CONICET creó institutos basados en áreas de conocimientos -que más tarde se denominarían Unidades Ejecutoras (CONICET, 2006: 52). Cabe destacar que en el período 1966/1976, la creación de institutos del CONICET se intensificó en detrimento del vínculo con las universidades, llegando hacia 1981 a un promedio de cien institutos (CONICET, 2006: 52).

Al tiempo que se consolidaba la política de creación de institutos, el CONICET comenzaba a establecer vínculos con sectores socio-productivos, concretando entre 1971 y 1983 un promedio anual de diez convenios de vinculación tecnológica (CONICET, 1989:3). Estos convenios, sin embargo, fueron más el resultado de situaciones coyunturales e intercambios personales que de una política explícita y sistemática de promoción de las relaciones entre investigación e industria por parte del Consejo (CONICET, 1989: 3). Con la llegada de la democracia en 1983, dicha actividad vinculación tecnológica “informal” condujo al directorio del Consejo a diseñar una estrategia y estructura sobre la temática.

La primera acción en esa dirección fue la creación, en 1984, del Área Transferencia de Tecnología, como señal política de sensibilización del CONICET en ésta temática. En este ámbito se puso en marcha al año siguiente la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) y, a fines de 1986, la Comisión Asesora de Desarrollo Tecnológico, compuesta por investigadores, empresarios y funcionarios del Estado, con el objetivo de asesorar al directorio del CONICET y a la OTT en cuestiones de vinculación tecnológica y promover la inversión de riesgo en I+D dentro del sector productivo (Hurtado, 2010: 55; CONICET, 1989:3).

Si bien la OTT del CONICET es considerada una estructura pionera en el SNI argentino (Buschini et. al., 2014), no obstante para llevar adelante su labor, se basó en parte en la experiencia de vinculación innovadora llevada a cabo por CNEA a través del SATI (Buschini et. al., 2014: 149). Así y todo, la estrategia adoptada por la OTT fue “privilegiar la realización de hechos concretos -firma de convenios, autorización de asesoramientos y servicios, creación de becas industriales- cuyo desarrollo y multiplicación fueran generando condiciones que impulsaran transformaciones institucionales” (CONICET, 1989: 3). Así, estas transformaciones institucionales a partir de la creación de la OTT fueron las siguientes (CONICET, 1989: 4):

- La promoción de la vinculación tecnológica entre laboratorios de investigación e industria se insertó paulatinamente como una función del organismo, adicional a las tradicionales de promoción de la investigación científica y técnica a través de los mecanismos habituales. Una decisión clave fue que en 1987 se reglamentó la actividad de consultorías para investigadores y técnicos del CONICET, determinando que los investigadores de carrera pudieran destinar un 20% de su tiempo anual a servicios tecnológicos remunerados (Hurtado, 2010: 55).
- La adaptación de líneas de I+D en función de demandas del sector productivo.
- La creación de la Comisión asesora de Desarrollo tecnológico generó un ámbito apropiado para la formulación y evaluación de propuestas para alentar la vinculación tecnológica.
- La experiencia acumulada por el CONICET en el proceso de interacción del sector científico con el sector productivo como estímulo para replicar experiencias de vinculación en otras instituciones de CyT.

Por otro lado, para implementar la política de vinculación del CONICET, la OTT estableció una clara distinción entre “mecanismos de vinculación” -instrumentos para ejecutar la transferencia- y “actividades de vinculación”-promoción del encuentro entre empresas y el CONICET:

Tabla 7. Mecanismos y actividades vinculación del CONICET

Mecanismos de vinculación	Actividades de vinculación
Convenios de vinculación tecnológica	Relevamiento y diseño de una oferta de base tecnológica

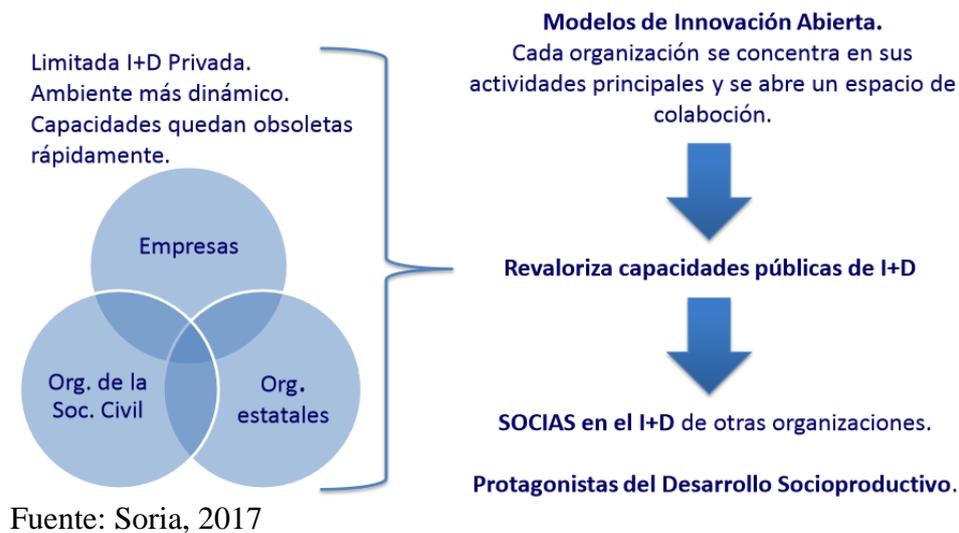
Servicios arancelados a terceros	Búsqueda de ejecutores para las demandas tecnológicas de las empresas
Asesorías rentadas	Difusión de actividades de vinculación y de la oferta tecnológica
Becas industriales	Negociación de contratos
	Gestión de convenios
	Propuestas para fomentar la vinculación
	Cooperación interinstitucional en temas de vinculación
	Capacitación para fomentar la vinculación CONICET-industria

Fuente: CONICET, 1989: 5

Hacia principios de la década del 90, el CONICET había alcanzado un lugar clave en términos de profesionalización de las actividades de vinculación, logrando distinguir los diferentes aspectos necesarios para lograr la institucionalización y las actividades que tengan como fin transferir el conocimiento.

En los últimos años, el CONICET ha logrado incorporar como prioridad a la transferencia de tecnología. Un ejemplo de esto se refleja en el Plan Estratégico del CONICET 2015-2017, en donde se establece como misión del Consejo “producir y transferir conocimiento, formar recursos humanos altamente capacitados, aportando al avance científico y tecnológico del país, al desarrollo de la economía nacional y al mejoramiento de la calidad de vida de su población” (Soria, 2017). Para implementar la prioridad de vinculación del CONICET con el sector socioproductivo, últimamente el área de vinculación del Consejo ha sistematizado el conocimiento acerca de qué puede aportar el CONICET para el desarrollo socioproductivo: una “gran plataforma de I+D” (Soria, 2017). Ahora bien, en esta estrategia el CONICET ofrece su plataforma de I+D a sectores socio-productivos demandantes, lo cuales, en un cálculo costo beneficio, dejan de realizar la I+D en sus instituciones para “tercerizarlas” en el Consejo: un modelo de circulación del conocimiento conocido como “innovación abierta” (Chesbrough, 2003), el cual recae dentro del paradigma “difusión orientado”, puesto que al tiempo de hay un outsourcing de la función de I+D, los OCyT encuentran un motivo para promover la difusión de conocimiento. **(Figura 13)**

Oportunidades Para I+D Pública orientada a la innovación



Para lograr la implementación exitosa de los modelos de “innovación abierta”, se requiere establecer una vinculación inteligente entre la demanda socio-productiva y la Plataforma de I+D del CONICET. Así, en ese camino de vinculación bidireccional entre oferta y demanda, el CONICET ofrece una “plataforma de vinculación” -que serían los ya mencionados mecanismos y actividades de vinculación-, la cual actualmente intenta ser apuntalada o consolidada a través de “facilitadores tecnológicos” o “vinculadores tecnológicos”-expertos en transferencia con conocimientos técnicos- y la experiencia relevante en modelos de vinculación y transferencia.

Figura 14. Estrategia de vinculación planteada por el CONICET



Fuente: Soria, 2017

Tanto la prioridad institucional otorgada a la vinculación y la visión particular sobre la transferencia de tecnología se han visto plasmadas en una estructura para el área temática, la cual se aprobó en 2017: la Gerencia de Vinculación del CONICET.

64) La estructura de interfaz del CONICET y la innovación abierta

Si se plasma en la cadena de madurez tecnológica de una innovación el activo “plataforma de I+D” que ofrece el CONICET a los sectores productivos, se observa que el margen de acción de su estructura de interfaz sería hasta la TRL 4-5. Luego, a partir de la TRL 6, las empresas (instaladas o fundadas por investigadores) serían las encargadas de avanzar con tecnologías o productos que contengan la I+D generada en el CONICET. En esa línea, el CONICET dispone sus “tecnologías” para que en una cadena de innovación ajena al Consejo se avance en desarrollos innovadores.

Figura 15. Alcance de la estructura de interfaz del CONICET



Fuente: elaboración propia

A través de la Decisión Administrativa 321/2017 de la Jefatura de Gabinete y la Resolución 2189/2017 del Directorio del CONICET, se crea la Gerencia de Vinculación Tecnológica (GVT), siendo la primera vez que el Consejo jerarquiza el área de vinculación en el mismo nivel que las áreas dedicadas a gestionar otras actividades claves del instituto.

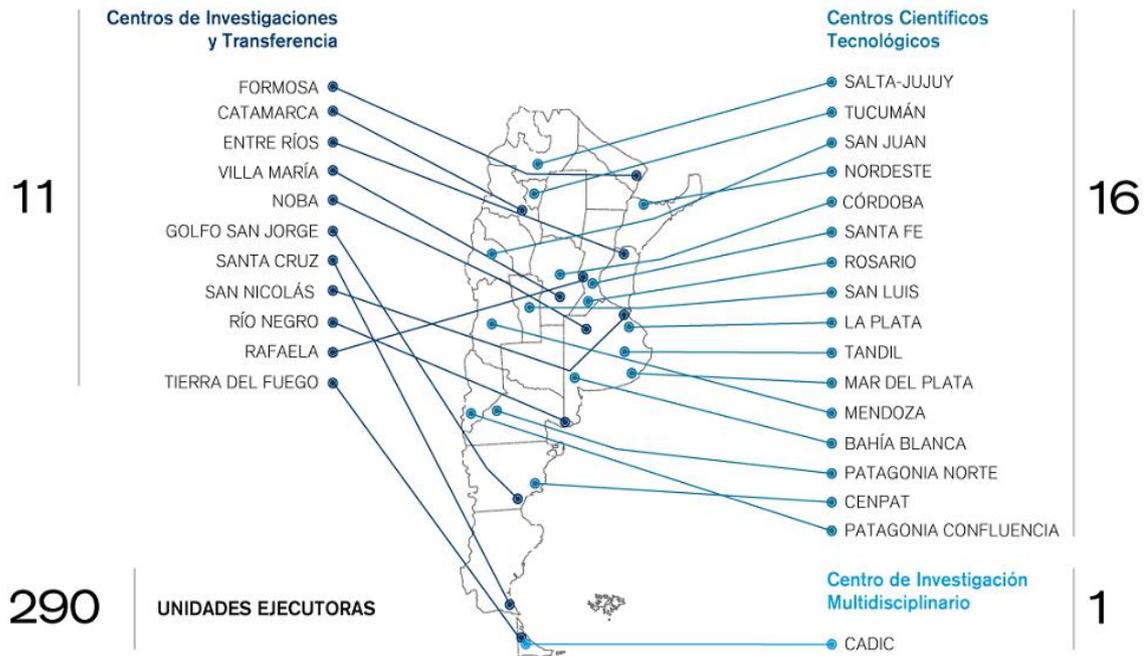
Figura 16. Organigrama del CONICET y ubicación de la GVT



Fuente: Boletín Oficial

La estructura de interfaz del CONICET está regida bajo un modelo “centralizado”, con una sola instancia que planifica la política de vinculación, y establece la reglamentación y los mecanismos de coordinación. No obstante esto, la estructura de interfaz se descentraliza hacia abajo, en tanto las acciones de vinculación son ejecutadas a través de las unidades territoriales que el CONICET tiene en todo el país, tanto propias y como gestionadas con otras instituciones, bajo las formas de Unidades Ejecutoras (UE), Centros Científico-Tecnológicos (CCT) y Centro de Investigación y Transferencia (CIT). La ejecución se realiza, al igual que en la CNEA y en cumplimiento de la Ley 23.877, a través de las Unidades de Vinculación Tecnológicas (UVT).

Figura 17. Presencia del CONICET en el territorio



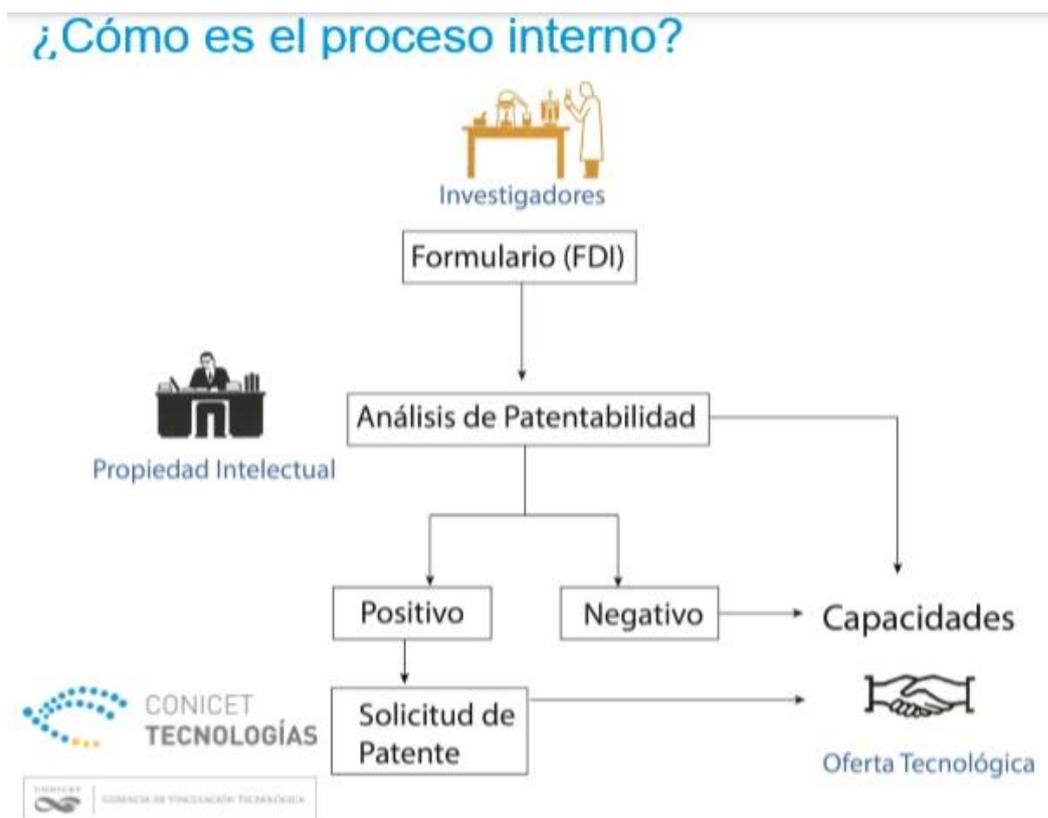
Fuente: www.conicet.gov.ar

En efecto, la división principal dentro de la estructura de interfaz del CONICET está dada por las funciones de planificación y coordinación, por un lado, y de ejecución, por el otro. Asimismo, entre las instancias de planificación y de ejecución se busca una estructura que actúe de nexo, por lo que se busca tener “facilitadores técnicos” que sean el nexo efectivo entre la política de vinculación del CONICET -con sus instrumentos de implementación-, las realidades del territorio y las ofertas tecnológicas. Dicha función se plasma en la “Dirección de Gestión de Tecnologías”: la misma está encargada de detectar oportunidades de vinculación y transferencia de tecnología en el territorio, acompañar los procesos de formulación de proyectos y la negociación de contratos de transferencia de tecnología, promover la generación de Empresas de Base Tecnológica (EBT), y promocionar las capacidades del CONICET. No obstante esto, la Dirección Gestión de Tecnologías está subdividida, no de acuerdo a las diferentes funciones mencionadas, sino en relación a áreas temáticas planteadas como prioritarias por el Consejo, las cuales se derivan del Plan Nacional de CyT “Argentina Innovadora 2020”: *agroindustria, energía, industria, salud, ambiente y desarrollo sustentable, y desarrollo social*. En ese sentido, cada “Coordinación temática” dependiente de la Dirección de Gestión de Tecnologías realiza las funciones “generales” encomendadas a la Dirección, pero centrándose en las particularidades del área temática. Esto le otorga una cierta “direccionalidad” no solamente

a la plataforma de I+D del Consejo, sino también a qué sectores socio-productivos dirigir con mayor intensidad las acciones promocionales de vinculación.

Ahora bien, para la implementación de las acciones de vinculación y transferencia, el Consejo ha definido un procedimiento claro acerca de cómo gestionar los conocimientos que pueden conformar la “plataforma de I+D, principal activo a ofrecer.

Figura 18. Proceso de generación de la Oferta Tecnológica del CONICET



Fuente: Soria (2017)

Así, toda tecnología o conocimiento que un investigador del CONICET desee transferir debe pasar primero un análisis de patentabilidad por parte de la GVT, para determinar su condición de “capacidad” o “resultado”. En caso que dicho análisis determine que el conocimiento no es susceptible de ser protegido legalmente, el mismo pasa directamente a formar parte del repertorio de capacidades a ser transferidas, en la Oferta Tecnológica del Consejo. Así y todo, aun cuando el análisis de patentabilidad determine que el conocimiento sea protegible, el mismo también pasa a formar parte de la Oferta Tecnológica, luego de haberse realizado los trámites correspondientes a la

obtención de la protección legal. En otras palabras, el CONICET, a diferencia de la CNEA, diseña una Oferta Tecnológica tanto de capacidades y como de resultados.

Esto último genera una situación curiosa: sabiendo que varios resultados de I+D protegidos tienen al CONICET como co-titular, y siendo la contraparte, universidades, empresas, u otros organismos como la CNEA; no obstante, el Consejo también promociona en la plataforma virtual “Tecnologías CONICET” aquellas tecnologías en las que es cotitular¹⁵. En dicha plataforma se clasifican a las tecnologías ofrecidas en función de sus aplicaciones en las mencionadas área temáticas prioritarias del Consejo, y se las describe técnicamente, y se señalan sus ventajas, su estado de desarrollo y el estado de la patente. Esto demuestra, que aun en situaciones donde cogestiona tecnologías con otras instituciones, el CONICET logra establecer de todos modos su marco de prioridades y su visión sobre la transferencia y, a través de sus estructuras y acciones de implementación, promueve activamente la transferencia de conocimiento bajo el régimen de “innovación abierta”.

En este punto, resulta clave establecer una comparación sobre cómo la implementación del marco de prioridades del CONICET influye sobre la visión de la vinculación y transferencia de tecnología de la CNEA y, en particular, sobre el objetivo prioritario de lograr una “dirección nuclear” para las capacidades nanotecnológicas del INN. Para esto se realizará un análisis a través de la cadena de innovación, y se indagará en dos ejemplos concretos.

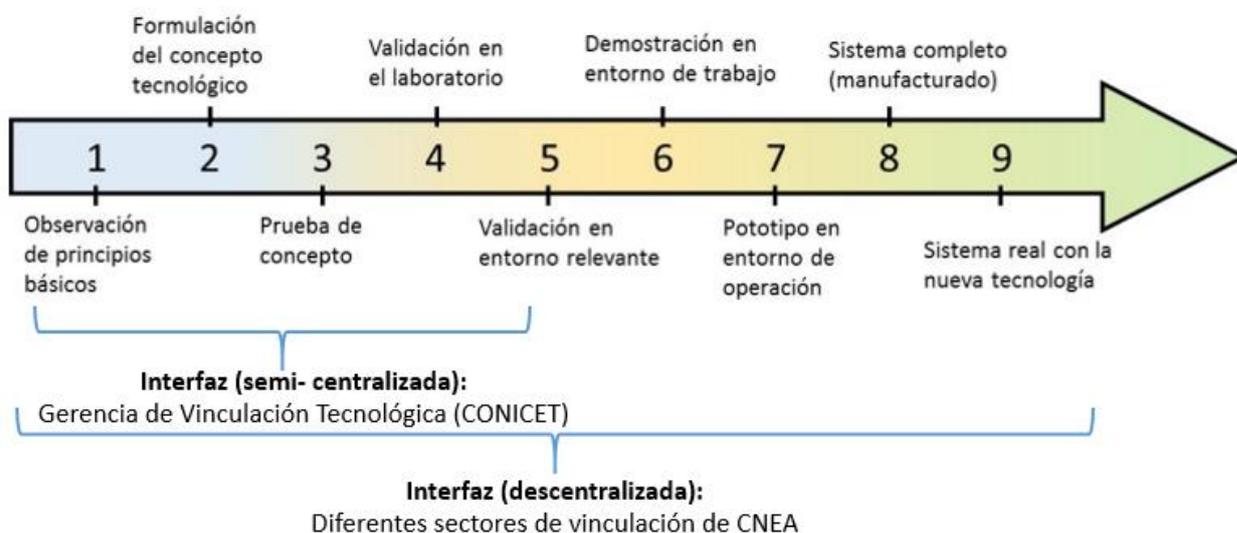
6)5) La cogestión de la nanotecnología entre la CNEA y el CONICET

Si establecemos una primera comparación entre las estructuras de interfaz de la CNEA y el CONICET en base a sus respectivos posicionamientos en la cadena de innovación basada en los niveles de madurez tecnológica, se observa que la CNEA y el CONICET poseen similares modalidades de gestionar las capacidades hasta entre el nivel de madurez 4 y 5 (demostraciones y pruebas de la tecnología, y producción de prototipos). Así, hasta el nivel 4 es posible sostener la concepción de “innovación abierta” del CONICET y su ofrecimiento de una “plataforma I+D” a las empresas -los “agentes

¹⁵ <https://vinculacion.conicet.gov.ar/tecnologias-conicet/> (Consulta 27 de diciembre de 2018)

innovadores” según ésta concepción¹⁶-, las cuales avanzarían en el escalado de la tecnología hasta llevarla como producto al nivel de madurez tecnológica 9. Por su parte, en la ya mencionada dicotomía “ofertismo-Plan Nuclear” (Enriquez, 2013), la CNEA tiene una estructura de interfaz capaz de ofrecer sus capacidades relevadas a varios sectores socio-productivos -ajenos al Plan Nuclear o no-, bajo la forma de asesorías técnicas, servicios tecnológicos, etc.

Figura 19. Comparación de las estructuras de interfaz de la CNEA y el CONICET



Fuente: elaboración propia

En términos de la gestión de las capacidades del INN, esta coincidencia en la transferencia de capacidades no juega un rol clave, ya que en el convenio de creación de la UE-INN se plantea que la realización de servicios en el INN estaría alcanzado por la reglamentación de la CNEA. Asimismo, al haberse reglamentado que la gestión de capacidades del INN quedaría bajo responsabilidad de CNEA requiere a posteriori voluntad política para direccionar las capacidades del INN hacia el cumplimiento del Plan Nuclear: esto puede vislumbrarse en la concreción de la reunión “Nano-nuclear”, el consecuente Programa fueron, y las ya mencionadas acciones del INN con sectores de

¹⁶ Esto bien nos remite a las investigaciones de Mariana Mazzucato (2014) y Gregory Tassej (2012) respecto al rol protagónico del Estado en la inversión de I+D, mientras que ese riesgo no es tomado por las empresas, sino cuando las tecnologías están más cercanas a tener un impacto en el mercado: “De hecho, en muchos casos, el sector público está realizando las inversiones más caras (por ejemplo, intensivas en capital) en nuevas oportunidades, tales como la medicina o la energía renovable, que entrañan un elevado riesgo de mercado y tecnológico. Esto plantea la pregunta de si el modelo de “innovación abierta” se está convirtiendo en un modelo disfuncional” (Mazzucato, 2014: 67)

CNEA. En efecto, en caso que no se lograra la “dirección nuclear” de las capacidades del INN, no sería posible endilgar el problema a un conflicto de prioridades CNEA-CONICET, sino a la voluntad político-institucional de CNEA, pues está claro que la CNEA puede establecer prioridades sobre los servicios que se realicen desde el INN.

Ahora bien, cuando se trata de resultados protegidos legalmente, y donde la CNEA y el CONICET tienen una titularidad del 50% y 50%, la situación se complejiza, ya que podría generarse un “conflicto de prioridades” en la comercialización del mismo: ¿deben protegerse resultados de I+D del INN para ser transferidos a cualquier sector económico vía propiedad intelectual o bien deben ser licenciados a la industria nuclear, cumpliendo su objetivo prioritario? La respuesta acerca de qué se hace efectivamente con los resultados de I+D no debería buscarse en los objetivos prioritarios establecidos en el convenio, sino en la misma estructura del INN y en casos de transferencia y/o escalado de patentes.

En términos de la estructura del INN, tanto en las funciones del Director, Vicedirector, Consejo Directivo y Consejos Zonales (en Buenos Aires y Bariloche) no se hace mención a responsabilidades vinculadas con la implementación de la “dirección nuclear” de la I+D del instituto. Los Consejos Zonales, además, tienen entre sus objetivos asesorar en las “políticas locales” de la UE (cláusula séptima del Convenio). Asimismo, una conversación con un integrante del INN se afirmó que la existencia de estos consejos es establecer vínculos con los territorios, mientras que no se realizó referencia alguna a los proyectos del Plan Nuclear¹⁷.

Por su parte, analizando dos casos de éxitos en la comercialización de resultados patentados del INN es posible vislumbrar qué institución termina implementando sus prioridades cuando se trata de comercializar resultados. A continuación se describen dichos casos.

6)6)El caso de MZP

El primer caso es el de un grupo de investigadores CONICET-INN (nodo Bariloche) y un becario de la CNEA, quienes desarrollaron un microdispositivo que permite medir en bebés la viscosidad de la sangre con tan solo una gota, lo que permitiría prevenir hiperviscosidad sanguínea de los recién nacidos. El grupo presentó esta tecnología

¹⁷ Un ejemplo es la participación del INN en el Consejo Directivo del CCT Patagonia Norte (Bariloche). <https://patagonianorte.conicet.gov.ar/sobre-el-cct/autoridades/> (vistado el 21 de noviembre de 2018)

en el Concurso IB50K, un concurso organizado por el Instituto Balseiro que premia con dinero Planes de Negocios de base tecnológica. El grupo resultó ganador en 2010¹⁸ y, paso siguiente, se procedió a patentar la tecnología en Argentina (ARP110102443A) y luego en Estados Unidos¹⁹. Dicha patente se concedió en un 50% para CNEA y 50% para CONICET, aunque, de acuerdo al sector de patentes de CNEA, el sector de Vinculación Tecnológica del CONICET fue el que realizó el análisis económico exhaustivo de la tecnología y sus posibles mercados. Asimismo, el CONICET promocionó activamente y comunicó la tecnología en sus portales, bajo el sello institucional.

Figura 20. Tecnología desarrollada por investigadores del INN y comunicada a través de los portales del CONICET



Fuente: conicet.gov.ar/del-conicet-al-mundo-tecnologia-nacional-con-impacto-global/

En el año 2014 el grupo creador de la tecnología ganó un fondo EMPRETECNO que la AGENCIA otorgaba a través del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC). Esta convocatoria fue el puntapié para que crearan formalmente la empresa de base tecnológica MZP, cuyo objetivo es brindar soluciones innovadoras basadas en micro y nanotecnología para aplicaciones en biomedicina²⁰. En una conversación, uno de los integrantes de MZP

¹⁸ <http://www2.ib.edu.ar/ib50k/index.php/ediciones-anteriores/ano-2010> (visitado el 25 de noviembre de 2018)

¹⁹ <https://patents.google.com/patent/US9733174> (visitado el 25 de noviembre de 2018)

²⁰ <http://www.mzptec.com/> (Consultado el 28 de noviembre de 2018)

hizo referencia a que el proceso de aplicación al FONARSEC fue engorroso para los investigadores de CNEA-CONICET, porque la CNEA ponía muchas trabas burocráticas para aprobar los documentos de aplicación. Asimismo señalaron que la entonces Dirección de Vinculación Tecnológica del CONICET los había acompañado mucho más en el proceso de fundación de la empresa.

Actualmente, la tecnología patentada CNEA-CONICET se encuentra en proceso de licenciamiento a MZP. En conversaciones con personal de Vinculación Tecnológica del CONICET, opinan que la CNEA aún no ha tomado una decisión al respecto y la proactividad para que salga adelante MZP viene del CONICET.

Como conclusión, la visión de innovación abierta del CONICET ha sido clave para analizar la patentabilidad de la tecnología, promocionar la tecnología, reconocer a los investigadores del INN, y en el actual proceso de licenciamiento.

6)7)El caso de Hybridon

En el año 2016 un grupo de investigadores CONICET-INN (Nodo Buenos Aires), de la Gerencia de Química de la CNEA y de la UBA llevaron ganaron el Premio del Concurso Innovar por el Proyecto NaNoBact “Recubrimiento antibacteriano transparente con nanotecnología” (CNEA, 2016: 120). Dicha tecnología consiste en un un recubrimiento nanoestructurado antibacteriano con poder residual que funciona dosificando un bactericida, y su utilización permite reducir infecciones intrahospitalarias.

En el mismo año, el grupo comienza con el proceso de patentamiento de la tecnología en Argentina, siendo la CNEA y el CONICET los titulares en partes iguales (AR104508A1)²¹. Para esa época, uno de los investigadores del grupo que era parte de la red INN de CNEA había renunciado a la CNEA para continuar carrera en la Universidad de San Martín (UNSAM), en el entonces recién creado Instituto de Nanosistemas (INS). Esto condujo a que, al momento de que la tecnología comenzaba a ser patentada y financiada para su escalado, la UNSAM comenzara a involucrarse en el Proyecto a través del investigador de la CNEA recién incorporado.

²¹ <https://patents.google.com/patent/AR104508A1/> (Consultado el 28 de noviembre de 2018)

En 2016, el grupo NaNoBact se presentó a una convocatoria del fondo EMPRETECNO, del FONARSEC (AGENCIA), lo que los motivó a fundar la empresa Hybridon. En esta aplicación de fondos de la AGENCIA, el grupo obtuvo la contraparte financiera de Adox, una empresa argentina de tecnología de la salud. En agosto de 2017, la AGENCIA declara ganador del EMPRETECNO a Hybridon, y tanto el CONICET como la UNSAM publican la noticia del otorgamiento así como también de la “creación de la empresa”, producto del consorcio público-privado entre el CONICET, la UNSAM y Adox²².

En el año 2018, Hybridon participó de programa Sinapsis para Innovación (SINAPTEC) del Ministerio de Educación e Innovación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, el cual financia una capacitación y mentoría en el exterior a líderes de proyectos tecnológicos con potencial de mercado. El proyecto fue presentado por una investigadora que no estaba originalmente en el grupo NanoBact, y resultó ganadora. Como se afirma en el portal de la UNSAM, el desarrollo de la ganadora se desprende del desarrollo original del grupo NanoBact, con mejoras de la tecnología realizadas en el seno de Hybridon y con asistencia de Adox²³.

En conclusión, la CNEA ha perdido protagonismo en el desarrollo de la tecnología de recubrimientos antibacterianos, mientras que el CONICET se ha mostrado proactivo en apoyar la creación del consorcio que dio lugar a la start-up Hybridon, la cual actualmente está en pleno crecimiento.

6) 8) Comprobación de la hipótesis y un elemento a fortalecer por la CNEA

Luego de haber descrito y analizado la situación de las capacidades y los resultados del INN es posible comprobar la hipótesis inicial del presente TFM, que plantea que “la puesta en el mercado de la nanotecnología producida en el INN es realizada por la institución con mayores capacidades de captar el valor económico de dichas innovaciones, por lo que, la capacidades nanotecnológicas del INN no son gestionadas en función de las prioridades establecidas en el Convenio CNEA-CONICET, sino en función de las trayectorias de gestión de la innovación de las instituciones”. Si bien, en términos de

²² www.conicet.gov.ar/investigadores-del-conicet-obtienen-mas-de-14millones-de-pesos-en-subsidios/ (Consultado el 28 de noviembre de 2018)

²³ noticias.unsam.edu.ar/2018/09/13/una-tecnologa-de-la-unsam-gano-la-competencia-sinaptec-2018/ (Consultado el 28 de noviembre de 2018)

capacidades del INN, no puede haber conflicto de prioridades, sí lo hay cuando dichas capacidades generan un resultado de I+D con valor económico: en esa situación el CONICET establece su marco de prioridades e intenta, a través de diferentes mecanismos e instrumentos (Oferta Tecnológica de patentes, gestión y comercialización de las patentes, promoción activa en mercados no nucleares), transferir la tecnología desarrollada en el seno del INN.

Ahora bien, comprobada la hipótesis original solamente desde el punto de vista de los resultados de I+D protegibles, se deduce la siguiente pregunta: ¿cómo lograr que los resultados de I+D, cuyos titulares son la CNEA y el CONICET, puedan mantenerse dentro de la cadena de innovación nuclear, luego de haber llegado al nivel de madurez 4? En otras palabras: ¿cómo lograr una transferencia tecnológica exitosa hacia la industria nuclear, similar a la que el CONICET promueve con otras industrias?

En ese sentido, las preguntas planteadas no apuntan a pensar cómo hacer que, por ejemplo, la tecnología de Hybridon y MZP se aplique a la industria nuclear, sino en cómo lograr que la I+D que se genera en el INN pueda recorrer una trayectoria similar a los desarrollos mencionados, y que el resultado protegible sea destinado al sector nuclear, cumpliendo al mismo tiempo el objetivo prioritario del instituto

Para avanzar en una propuesta en esa dirección, en primer en el siguiente cuadro se resumen las fortalezas y debilidades de las estructuras de vinculación de la CNEA y el CONICET.

Tabla 8. Fortalezas y debilidades de las estructuras de vinculación de la CNEA y el CONICET

	Organización	Capacidades especiales		
	Estructura de interfaz	Régimen de apropiabilidad	Activos complementarios	Paradigma de diseño
CNEA	Descentralizada	Débil	Débil	Fuerte
CONICET	semi-centralizado	Fuerte	Fuerte	Inexistente

Como puede observarse, la estructura de interfaz del CONICET, al estar consolidada en una Gerencia y unidades territoriales, está semi-centralizada. Tanto por la clara diferenciación entre planificación/coordiación y ejecución, como también por la

visión explícita sobre la innovación abierta como paradigma de vinculación, le permite al CONICET tener un régimen de apropiabilidad (patentamiento) y activos complementarios (comercialización, comunicación, vinculación con otros actores que potencien la innovación, etc.) alineados a su estrategia y relativamente articulados. En ese sentido, no resulta extraño que ante el lanzamiento al mercado de las tecnologías de Hybridon y MZP, el Consejo realizó un acompañamiento desde la difusión al análisis del valor económico, aspectos que CNEA no realizó de modo proactivo.

En lo que respecta al paradigma de diseño, el CONICET prácticamente no tiene una estrategia o estructura adecuada al respecto, en tanto, al ser solamente una “plataforma de I+D”, la lleva a abandonar todo intento de desarrollar un diseño de producto para el mercado. En consecuencia, todo diseño de producto que incorpore I+D realizada en CONICET será como consecuencia de una transferencia de tecnología vía licenciamiento-cesión de propiedad intelectual o porque los investigadores del CONICET diseñan el producto en el marco de una empresa de base tecnológica fundada por ellos.

Por otra parte, la CNEA, al tener una estructura de interfaz descentralizada, donde la política marco de vinculación y transferencia no está formulada explícitamente, no logra alinear su régimen de apropiabilidad y sus activos complementarios a la “prioridad nuclear”. No obstante esto, el hecho que el convenio de creación de la UE-INN establezca que las capacidades del instituto se comercializarían bajo el régimen de CNEA, aparece como un mecanismo reglamentario en el marco del régimen de apropiabilidad que bien podría ser redireccionado hacia un programa específico de “asistencias del INN a la industria nuclear”. Asimismo, la apropiación vía patentes es una debilidad para la CNEA, ya que, a pesar de tener una titularidad del 50% y de poseer un sector dedicado a la protección de la propiedad intelectual de la institución, no obstante el patentamiento en el INN es llevado adelante y comercializado en mercados “no nucleares” por el CONICET.

Así y todo, respecto al paradigma de diseño, la CNEA tiene una ventaja interesante: al ser un organismo presente en toda la cadena de innovación nuclear, tiene la capacidad de captar la I+D e incorporar dichos conocimientos en diseños de productos y procesos de la industria nuclear, que en ciertas ocasiones comercializa la misma institución. Esta capacidad clave se debe a dos motivos:

-la CNEA posee importantes grupos de ingeniería y diseño concedores de los estándares y los diseños de elementos combustibles, centrales nucleares, plantas y de

productos/procesos de la industria nuclear. Dicho conocimiento le permite a la institución embarcarse en proyectos de desarrollo/diseño/ingeniería de instalaciones nucleares y tecnología tales como el reactor RA-10, el Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones (LAHN), el proyecto Laboratorio Argentino para Separación Isotópica para Enriquecimiento por Láser (LASIE), el proyecto Ingeniería de la Central Argentina de Elementos Modulares (CAREM), entre otros.

- Los sectores que coordinan las asistencias técnicas a las empresas arquitectas ingenieras e integradoras del sector nuclear -INVAP, NA-SA, CONUAR/FAE, Dioxitek-(Gerencias de Coordinación de Proyectos CNEA-NASA y de Empresas Asociadas), tienen como característica distintiva la de ser “traductores”, comprendiendo un problema directo -por ejemplo, un problema en una central nuclear o en una planta de producción-, que generalmente es urgente, vinculándolo con las soluciones que pueden brindarse desde los grupos de I+D de la CNEA, donde se piensa y trabaja de otra manera²⁴ (Ranalli, 2016). Es decir, la tarea de traducción de estos sectores de CNEA consiste en comprender los requerimientos técnicos y estándares propios de la industria nuclear para asistir técnicamente a las empresas del sector. Dicha asistencia comprende la integración de las capacidades en I+D de la CNEA a los estándares técnicos y de diseño de componentes o instalaciones de la industria nuclear.

En efecto, se observa que esta capacidad especial en diseño de la CNEA -la cual también poseen las principales empresas nucleares argentina-, le permite aprovechar las capacidades y los resultados de I+D de una manera singular, ya que beneficia y eleva el nivel tecnológica de la industria nuclear, y al mismo tiempo representa una carencia de la estructura de interfaz del CONICET. Por lo tanto, la propuesta para lograr la dirección nuclear de las capacidades del INN debería contemplar esta fortaleza en el paradigma de diseño nuclear que posee la CNEA; fortaleza que no entra en conflicto con las capacidades especiales del CONICET.

En base a esto, a continuación se expondrá la propuesta del presente TFM.

7) Aspectos conceptuales previos a la propuesta

¿Cómo lograr la integración de las capacidades del INN con la fortaleza en el diseño que posee tanto la CNEA como las empresas nucleares “arquitectas-ingenieras”?

²⁴ <http://u-238.com.ar/asistencia-tecnica-made-in-argentina/> (Consultado 28 de noviembre de 2018)

Para tender a una propuesta se propone aplicar a la gestión tecnológica el paradigma de diseño a partir de los conceptos de *modularidad* y de *sistema de producto complejo* (COPS por sus siglas en inglés). Luego de explicar dichos conceptos, se describirá la propuesta

7)1)La modularidad²⁵

La modularidad es una forma especial de diseñar productos y organizaciones a partir de la creación intencional de un alto grado de independencia o de acoplamiento flojo (*loosely coupling*) entre diseños de componentes, por medio de la estandarización de las especificaciones de las interfaces que vinculan a dichos componentes (Sanchez y Mahoney, 1996: 65). Todo sistema modular está compuesto por unidades (módulos), diseñados independientemente y con alto grado de libertad de acción, pero interrelacionados mediante información estructurada bajo “reglas visibles” que permiten generar un todo integrado (*integrated whole*) (Baldwin et. al, 1997).

En efecto, la estructura modular permite grados de independencia, dentro de los cuales cada módulo puede generar “información escondida”, que es el flujo de conocimientos que actúan como decisiones que no afectan al diseño en sí más allá de los parámetros internos del módulo y que le permiten, por ejemplo, vincularse con amplios ecosistemas innovadores. En cambio, la “información visible” son aquellas decisiones que afectan decisiones de diseño subsecuentes, y que idealmente se establecen y se comunican a los otros módulos a través del “integrador del sistema” en los inicios del proceso de diseño (Baldwin et. al., 1997). Dichas reglas visibles se clasifican en tres tipos (Baldwin et. al., 1997):

-Arquitectura: la cual especifica qué módulos serán parte del sistema y qué funciones tendrán.

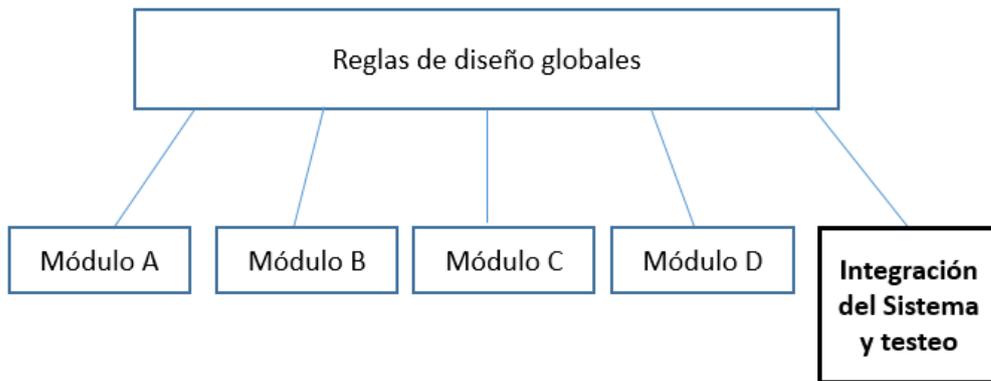
-Interfaces: que describen en detalle cómo interactuarán los módulos, incluyendo cómo los mismos se conectarán, se comunicarán y encajarán mutuamente.

-Estándares para el testeo de la conformidad de los módulos con las reglas visibles de diseño (¿Puede el módulo A funcionar en el sistema?) y para medir la performance de un módulo en relación con otro (¿Qué tan bueno es el módulo A con respecto al módulo

²⁵ Cabe destacar que la modularización en la organización industrial surgió en tiempos donde la informática y la electrónica comenzaron expandirse y donde paralelamente se dio en varias empresas un proceso de deslocalización de la producción en diferentes áreas geográficas. Ver Sturgeon, T. (2000). Modular production networks: a new American model of industrial organization. En *Industrial and Corporate Change*, Volume 11, Number 3, pp. 451–496

B?). Asimismo los estándares son claves para la integración del sistema y su posterior testeo para la mejora continua.

Figura 21. Distribución de módulos e integración en el marco de un diseño modular



Fuente: Baldwin & Clark (2004)

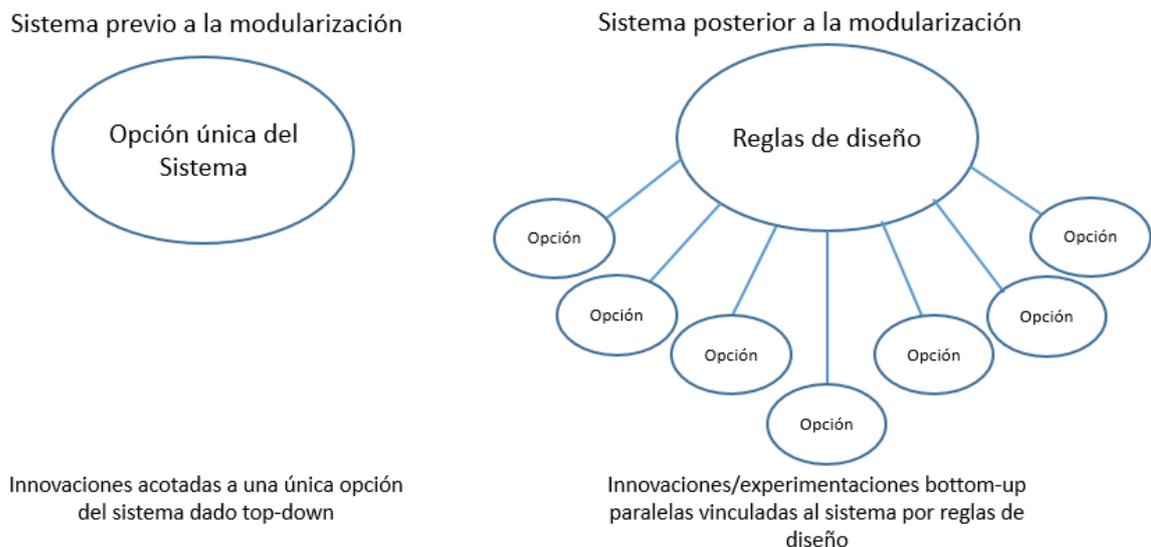
Desde el punto de vista del management estratégico, la modularidad es considerada “una estrategia para la organización de productos y procesos complejos de manera eficiente” (Baldwin y Clark, 1997). En ese sentido, la modularidad tiene varias ventajas.

En primer lugar, como plantean Sanchez y Mahoney (1996), la modularidad permite la simultánea independencia relativa e integración de las partes de un sistema complejo, logrando una jerarquía no en términos de una subordinación verticalista a una “autoridad directiva”, sino como principio coordinador que logra la ejecución de tareas llevadas a cabo por una estructura organizacional de divisiones cuasi-independientes que funcionan como “subsistemas vagamente acoplados” (loosely coupled subsystems) (Sanchez, 1996: 64). En ese sentido, la relaciones entre los módulos se logran no por la existencia de una decisión de interacción impartida por un mando superior, sino gracias las reglas de diseño visibles facilitadas a todas las partes, lo cual permite la vinculación coordinada de las partes del sistema complejo sin necesidad de impartir mandatos o consignas directamente.

Por su parte, Baldwin y Clark (1997) afirman que la modularización de los diseños de sistemas permiten un aumento de la tasa de innovación al interior del sistema, ya que al dedicarse cada módulo cuasi-independiente a un componente, se logra un alto nivel de experimentación paralela, el cual no está descoordinado, ya que toda nueva innovación

surgida de cada módulo deberá encajar dentro del todo a través de los estándares y las interfaces previamente establecidos (Baldwin et. al., 1997). Trasladada a la gestión tecnológica, esta característica de la modularidad permitiría a los grupos de I+D trabajar con misiones industriales establecidas claramente mediante “información visible”, sin abandonar la posibilidad de retener “información escondida”, es decir, flujo de conocimiento que puede estar orientado a la difusión vía “innovación abierta”. Así, en caso de que los grupos de I+D quisieran que su información escondida se integre al sistema modular, deberán adecuarlo a reglas de diseño. Por lo tanto, con la modularización, los componentes (por ejemplo, los grupos de I+D), no están completamente absorbidos por un sistema, sino que están acoplados al mismo siempre que se faciliten las reglas de diseño. Esto facilita diferentes experimentos o innovaciones paralelas e independientes -y tal vez, si son proveedores, compitiendo entre ellas-, los cuales deberán tener como condición seguir las reglas visibles del sistema.

Figura 22. Modularización del sistema y generación de innovaciones paralelas



Fuente: (Baldwin y Clark, 2004)

Por último, la modularidad ha permitido la gestión eficiente de productos tecnológicos cada vez más complejos: mediante la descomposición de un producto en módulos se permite que los diseñadores, productores y usuarios ganen flexibilidad suficiente para, aún en ciertos grados de libertad, poder generar un producto confiable, a costos razonables y fruto de un esfuerzo colectivo organizado. Dentro de la literatura en gestión tecnológica, estos productos tecnológicos complejos se denominan “Sistemas de

Productos Complejos” (Complex Product System - COPS). A continuación se definirá este concepto.

7)2) Sistema de Producto Complejo

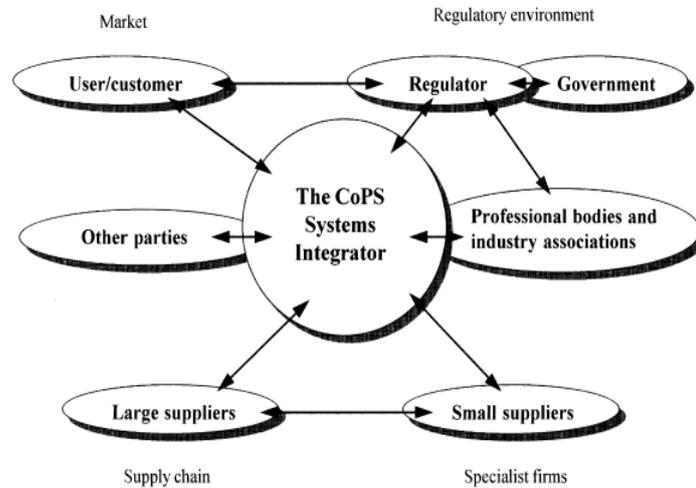
Un “Sistema de Producto Complejo” (COPS) es una clase de productos que se diferencia de los productos producidos en escala masiva -también llamados “commodities”-, por tener tres características, definidas por Hobday y Rush (1999):

- 1) Son bienes de capital de alto costo compuesto por varios elementos interconectados y generalmente customizados (incluyendo unidades de control, subsistemas y componentes), usualmente organizados de modo jerárquico y adaptado para clientes o mercados específicos. Esto implica una estrecha interacción con el cliente desde el inicio de la fabricación de ésta clase de productos.
- 2) Exhiben propiedades no lineales, en el sentido que, de generación en generación, la realización de cambios pequeños en una parte del diseño del sistema puede conducir a grandes alteraciones en otras partes. Esto requiere la incorporación de un sistema de control más sofisticado y, a veces, aproximaciones de nuevos materiales y diseños. Una vez instalado, el desarrollo posterior del producto - innovaciones, mejora continua, etc.- depende del feedback de los usuarios, por lo que la innovación y la difusión de los productos colapsan mutuamente y no pueden ser netamente separados, como en la producción en masa.
- 3) Se producen en el marco de proyectos o en lotes reducidos, lo cual permite un alto involucramiento directo por parte del usuario -en una relación B2B (Business to Business), cuyas necesidades alimentan directamente el proceso de innovación en componentes o en el sistema integrado.

Asimismo, los COPS están insertos y son a la vez consecuencia de una red de producción-regulación-control-comercialización, que tornan complejo el ecosistema de generación de estos productos no commoditizados (Hobday et. al., 1999). Así, para su fabricación y posterior operación, los COPS -y sus integradores- deben sortear no solamente pruebas de calidad de sus componentes y su diseño en sí, sino que también el control realizado por organismos regulatorios nacionales e internacionales, y la auditoría de los usuarios. Dicha red también es clave a la hora de lograr la innovación en dichos productos (França Junior et. al, 2017)

Figura 23. Red de innovación de una COPS

Figure 1 The CoPS web of innovation



Fuente: Hobday et. al. (1999)

Dado que los COPS son el producto de la integración de varios subcomponentes interconectados por reglas de diseño visible y generalmente customizados, la gestión modular es fundamental. Asimismo, la innovación de los COPS tiene una característica distintiva, que es la generación de una red entre los proveedores del integrador: cada módulo relativamente independiente que se acopla al COPS tiene suficiente autonomía para innovar-crear pero atendiendo tanto las reglas de diseño e interfaces de integración visibles del COPS, como también a la compleja red de regulaciones y de vinculaciones con los clientes.

Dentro de la categoría de COPS se encuentran los productos de la industria nuclear, al igual que los de la industria aeroespacial, de telecomunicaciones, petrolera, etcétera. Cada una de estas industrias ha desarrollado su concepto de modularidad para poder fabricar y gestionar de manera eficiente estos productos complejos²⁶.

En particular, la industria nuclear tiene una vasta experiencia en la gestión modular, en tanto por las características complejas de los productos y servicios nucleares (por ejemplo la construcción de reactores, plantas de producción de radioisótopos, etc.), lo que la lleva a estructurar la organización de los proyectos nucleares entre sectores “arquitectos-

²⁶ Un ejemplo de la modularización en productos complejos en Argentina se da en la industria petrolera. Allí se analizó cómo la modularización permite ganar eficiencia en la producción de plantas de refinería. López, H. et al. (2016) Aplicación de modularización en proyectos de refinería. Revista *Petrotecnia*. Año LVII N° 1.

ingenieros”, quienes son los realizan la integración de componentes de diversa complejidad en base a las “reglas de diseño y arquitectura del COPS nuclear.

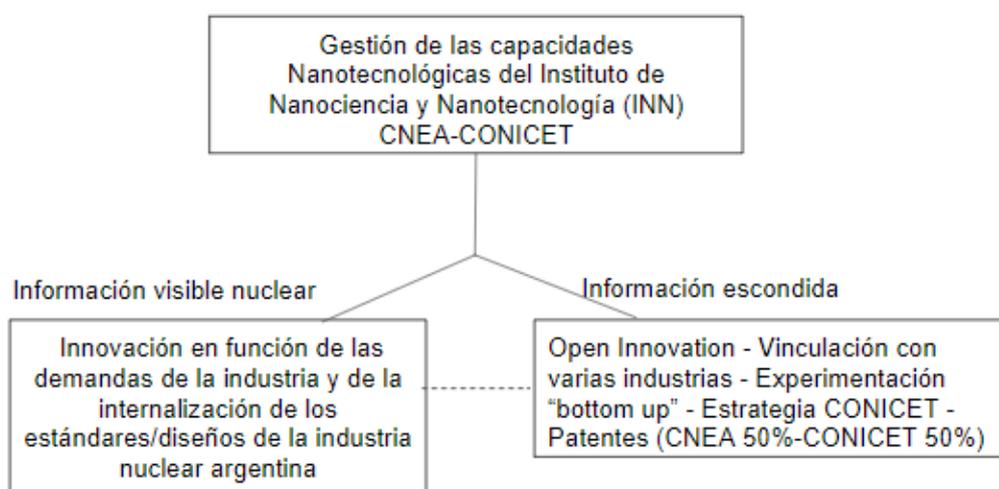
Ahora bien, ¿es posible encontrar un paralelismo entre la modularidad en COPS en el diseño y fabricación de los COPS, y la modularidad en la gestión organizacional, necesaria para producir y operar un COPS? Sanchez y Mahoney responden a dicha cuestión al plantear que “utilizar conocimiento tecnológico para crear modularidad en los diseños de producto se torna una estrategia clave para alcanzar la modularidad en los diseños de la organización” (Sanchez et. al., 1996: 64). En ese sentido, hay un paralelismo inevitable entre la modularización de los COPS y de las organizaciones. En ésta línea, a continuación se describirá la propuesta organizacional para lograr la modularidad de las capacidades del INN en el marco de la industria nuclear.

8) Propuesta

8)1)La modularización de las capacidades del INN

La propuesta del presente TFM consiste en tratar a los grupos de I+D del INN -y al instituto en su conjunto- como *módulos* con suficiente libertad para producir conocimiento -y resultados protegibles legalmente- bajo el concepto de “innovación abierta”, pero al mismo tiempo teniendo como objetivo la generación de conocimiento que se acople a los COPS y procesos nucleares, los cuales provienen tanto de los sectores de CNEA vinculados a las empresas nucleares, como también de las propias empresas del sector. Esta interacción sistemática entre grupos de I+D del INN y los sectores de CNEA sería a través de la entrega al INN de “información modular visible de la industria nuclear” (reglas de diseño, estándares de la industria, etc.) proveniente tanto de sectores vinculados al resto de la industria nuclear como también de las empresas nucleares. Así, esta interacción a través de la “estandarización nuclear” en el INN pretende la “innovación abierta pero dirigida al sector nuclear”, vía la generación de resultados de I+D susceptibles de apropiación por diferentes formas de protección de la propiedad intelectual.

Figura 24. Módulo INN y descomposición en información escondida y visible



Fuente: elaboración propia

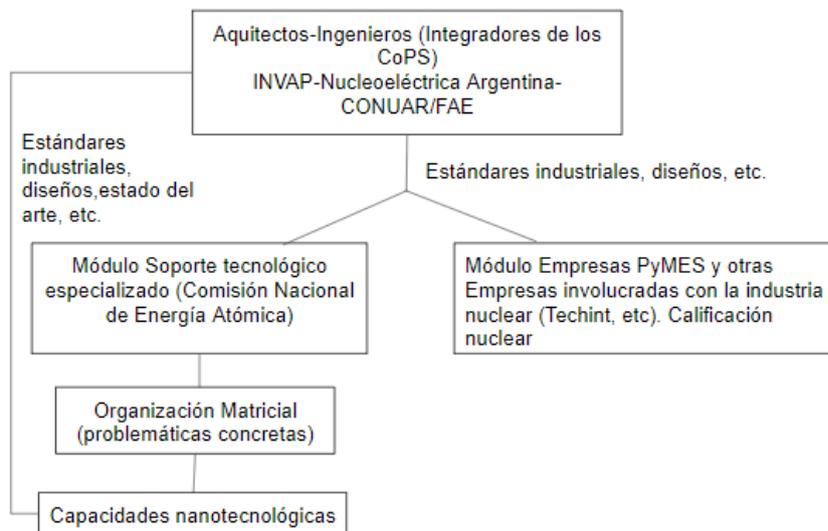
En ésta dirección, la propuesta incluye la creación, como mínimo, de un “Consejo Nano-Nuclear”, conformado por personal del INN (investigadores CNEA-CONICET), las gerencias de área de la CNEA (Energía Nuclear, Aplicaciones de la Tecnología Nuclear, Seguridad Nuclear y Ambiente, Investigación y Aplicaciones No Nucleares, Académica y Medicina Nuclear), los sectores de CNEA que mantienen interacción constante con las empresas nucleares arquitectas-ingenieras, y personal de CONICET, INVAP, NASA, CONUAR/FAE y Dioxitek. Dicho Consejo, con similar estatus que los “Consejos Zonales” del INN, tendría la función de:

- intercambio de estándares técnicos y problemas de la industria nuclear que requieran soluciones innovadoras;
- la generación de propuestas de líneas de I+D “nano-nuclear” de largo plazo;
- la generación de soluciones nano-nucleares a los problemas específicos de las centrales nucleares, plantas, elementos combustibles, etc;
- la creación de marcos de financiamiento de la I+D nano-nuclear que comprometa a toda la industria y;
- la realización conjunta de prospectiva tecnológica sobre oportunidades de innovación en COPS nucleares.

Esta propuesta parte de la base de la necesidad fortalecer la capacidad de diseño e ingeniería de la CNEA y de las empresas arquitectas-ingenieras, haciendo que estas sean las que capten la I+D nano en beneficio de la industria nuclear. Tanto los mencionados

sectores de CNEA como las empresas nucleares son proveedoras de los estándares técnicos y los diseños de la industria, útiles para que toda innovación nanotecnológica del INN esté “moldeada” desde un principio por la trayectoria técnica de la industria. En esa línea, la propuesta plantea que esta “información visible” -que posibilita la fabricación de COPS nucleares- sea condición necesaria para las líneas de I+D del INN y, por lo tanto, que los grupos de I+D del instituto tengan acceso a éstos estándares de manera sistemática. De este modo se pretende trabajar con líneas de I+D nano-nuclear “desde la TRL1” (from scratch), de tal modo que facilite desarrollos nanotecnológicos que estén orientados a oportunidades comerciales y/o desafíos nucleares, más allá que las mismas no se hayan presentado como “problemas a corto plazo”.

Figura 25. Dinámica de la innovación nano-nuclear a corto y largo plazo



Fuente: elaboración propia

No obstante esto, la modularización del INN también pretende generar margen para que se pueda seguir innovando en dirección “fronteras afuera” de la industria nuclear. En otras palabras, esta propuesta pretende gestionar la innovación “bottom up” sin perder de vista las prioridades y las trayectorias de la industria nuclear desde el management “top down”, intentando buscar un equilibrio en la líneas de I+D en la región bottom up²⁷.

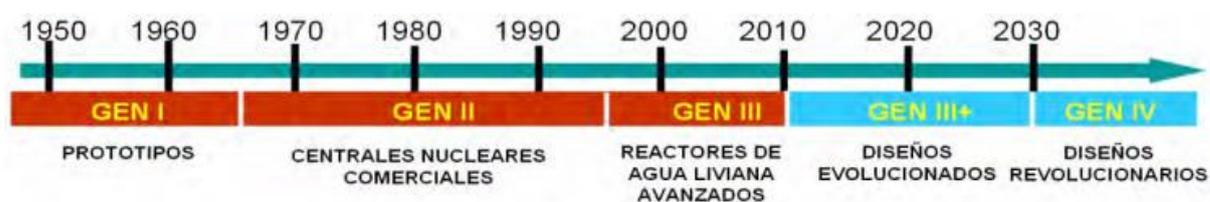
²⁷ Cabe aclarar que no nos estamos refiriendo a los conceptos técnicos de bottom up (fabricación átomo por átomo, molécula por molécula) y top down (procesos de “autoensamblado”) utilizados en el campo de la nanotecnología, sino a conceptos de gestión tecnológica top down (desde misiones o programas marco de I+D hacia abajo) y bottom up (generación de conocimiento curiosity-driven).

En consecuencia, la propuesta intenta sistematizar la investigación “nano-nuclear”, separándose el voluntarismo político constante que hasta el momento ha planteado la relación entre la industria nuclear y la nanotecnología solamente a través de una esporádica vinculación entre oferta nano y demanda nuclear para la solución de problemas específicos (por ejemplo la Reunión Nano-Nuclear). En ese sentido, más allá que el propuesto “Consejo Nano-Nuclear” tiene inevitablemente funciones de decisión política acerca de qué aspectos de los COPS nucleares requerirán conocimiento nanotecnológico; no obstante, la modularización de las capacidades del INN apunta a que la investigación bottom up del INN tenga desde su inicio la información nuclear visible necesaria para lograr resultados de I+D a corto plazo (soluciones a problemas tecnológicos), mediano y largo plazo (innovaciones incrementales o disruptivas en componentes de los COPS nucleares).

Un ejemplo podría darse a través del conocimiento de los grupos de I+D INN acerca de la trayectoria tecnológica de los reactores, y de los estándares principales respecto a aleaciones, parámetros térmicos y de calidad etc., con información proporcionada por NASA, CONUAR y CNEA acerca del diseño actual de centrales de potencia. Con este conocimiento el INN podría contribuir con soluciones específicas a problemas que surgen en las centrales nucleares actualmente en operación. Pero también con este conocimiento de los estándares de la industria nuclear argentina, el INN podría hacer una contribución a la transición hacia reactores de cuarta generación, los cuales se prevén que aportarán un cambio en el paradigma de diseño²⁸.

²⁸ De hecho, ya se están realizando investigaciones en nanomateriales para los reactores de sodio, los cuales están dentro de la gama de reactores de cuarta generación. Ver Raj, B., et. Al. (2017). Nanotechnologies in Sodium-Cooled Fast Spectrum Reactor and Closed Fuel Cycle Sustainable Nuclear Energy System. En: *Nanotechnology for Energy Sustainability*, 3 Volume Set. Wiley VCH Verlag GmbH. Weinheim, Germany

Figura 26. Evolución del diseño de los reactores



Fuente: Higa, M. (2012)

Otros ejemplos que bien podrían contribuir a la generación de un “módulo nano para la aplicación nuclear” en el INN podrían ser innovación en nanorecubrimientos para aplicaciones nucleares (investigación nano bottom-up), nanoestructuras para blindajes de neutrones (investigación nano bottom-up), dispositivos sensados de radiación (investigación nano top-down) y dispositivos Hard-Rad (investigación nano top-down). En cada uno de estos campos se debería acceder a información estandarizada de la industria nuclear para acoplarse a la curva de aprendizaje e innovación.

A continuación, se realizará un análisis FODA de la propuesta de modularización de la propuesta a los fines de evaluar la viabilidad y factibilidad de su implementación.

8)2)Análisis FODA de la propuesta

A continuación, se resumen las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la propuesta identificadas. Luego se realiza un análisis detallado de cada aspecto.

Tabla 9. Análisis FODA de la propuesta de modularización

Fortaleza	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
-Conocimiento previo de la industria nuclear sobre la modularidad -No contradice la organización matricial del CNEA -El fortalecimiento del paradigma de diseño no entra en contradicción con las capacidades especiales del CONICET	-Las políticas misión-orientadas están siendo ampliamente valoradas en el mundo -La industria nuclear aporta a los objetivos del desarrollo sustentable -Se está analizando cómo la modularidad puede ser un elemento clave para	-Se requiere un amplio consenso político-institucional de varias empresas y de la CNEA y el CONICET para ser implementado -Se requieren cambios de trayectorias institucionales consolidadas -Se observa una	-Problemas presupuestarios en la CNEA y el CONICET -Incertidumbre acerca de la continuidad del Plan Nuclear Argentino y el dominio de la tecnología de centrales -Indefinición políticas sobre el rol que

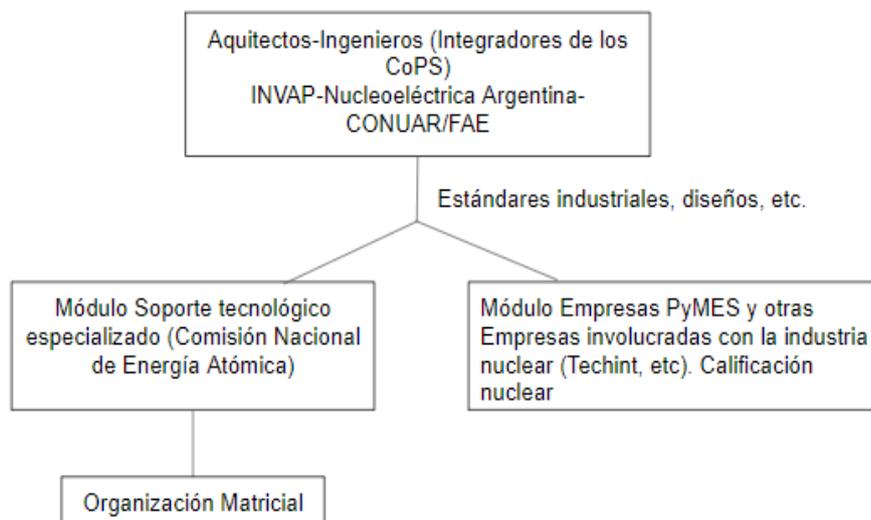
-Existe una “prioridad nuclear” avalada por la institución	la gestión de la complejidad de políticas misión orientadas.	cultura de investigación alejada de la industria nuclear -Sistema de evaluación del CONICET que no permite que los investigadores del INN se dediquen a proyectos nucleares.	tendrá la industria nuclear en las políticas industriales
--	--	---	---

8)2)1)Fortalezas:

La propuesta de modularidad parte de una fortaleza existente en la industria nuclear argentina, que es el conocimiento de la gestión de proyectos de desarrollo de COPS, los cuales, para ser fabricados e integrados, requieren de una “visión modular organizacional”, en la cual diferentes componentes se producen en diferentes instituciones o sectores y luego se integran para generar el bien “no comoditizado”.

En el contexto de producción de COPS para exportación u operación, la CNEA aparecería en el repertorio de proveedores nucleares como un módulo que provee determinados componentes o asistencia tecnológica en base a la información de diseño visible propia de la industria. Esto obliga a la CNEA a direccionar sus capacidades internas en función de los estándares de la industria nuclear a través de una organización ad-hoc adaptada a tales fines.

Figura 27. Vinculación modular de los integradores nucleares



Fuente: elaboración propia

En efecto, la CNEA, si bien no implementa internamente una gestión modular, sí establece a nivel interno un sistema de organización matricial a los fines de atender a las demandas de la empresas nucleares, lo que la lleva a buscar un equilibrio con la estructura organizacional formal -basada en la división por áreas temáticas, según se ha descrito en el punto 6)1). Esto coincide con el planteo de Anand y Daft (2007), respecto a que “las organizaciones que necesitan incluso mayor coordinación horizontal podrían evolucionar a una estructura matricial, la cual combina una estructura vertical con una igualmente fuerte cobertura horizontal” (Anand y Daft, 2007: 330). Así, mientras que el control vertical -en el caso de la CNEA se ejerce a través del organigrama formal aprobado por decreto- provee un control tradicional dentro del departamentos funcionales, la cobertura horizontal provee una coordinación a través a los departamentos para alcanzar determinados objetivos (Anand y Daft, 2007: 330): por ejemplo, en el sector nuclear, la provisión de productos y servicios complejos a los “arquitectos ingenieros”.

Tabla 10. Sistema Matricial de trabajo implementado en la CNEA

		PROYECTOS				
		CAREM	REACTOR RA-10	ASISTENCIA A CENTRALES	ENRIQUECIMIENTO DE URANIO	GESTIÓN DE RESIDUOS
CAPACIDADES	GRUPOS DE I+D					
	EQUIPAMIENTO DE INSTALACIONES EXPERIMENTALES					
	INSTALACIONES DE IRRADIACIÓN					
	CELDAS CALIENTES					

Fig. 2 Sistema matricial de trabajo.

Fuente: Ranalli (2018)

Como sostiene Juan Ranalli “la atención por parte de CNEA de los requerimientos que surgen día a día en las Centrales Nucleares exige una forma de organizarse por capacidades y proyectos que se conoce como Sistema Matricial de Trabajo”. En esa línea, “el aprovechamiento de las capacidades de la Institución mediante el sistema matricial permite incrementar el potencial de la CNEA para llevar a cabo proyectos de alta especialización en el campo de la energía nuclear, muchos de los cuales resultan también aplicables a la industria convencional” (Ranalli, 2018: 212). Ahora bien, si el sistema

matricial que implementa internamente CNEA aporta a la gestión eficiente de los requerimientos específicos de los proyectos nucleares a corto plazo, la modularización de las capacidades de I+D del INN fortalecería a largo plazo la interacción entre I+D y los desafíos tecnológicos a mediano y largo plazo que se presenta en la industria nuclear como un todo.

Otra fortaleza de la CNEA y las empresas nucleares que la propuesta resalta es el dominio de “paradigmas de diseño” de productos y procesos nucleares. Esto permite captar el conocimiento de I+D para, o bien optimizar los diseños, o bien modificarlos radicalmente. Asimismo, el dominio de esta capacidad especial no entra en conflicto con la “política vinculación y transferencia tecnológica” del CONICET, el cual, como se observó, está basado en activos complementarios y un régimen de apropiabilidad vía patentes.

Asimismo, el hecho que modularidad no está en conflicto con la política del CONICET puede ser un elemento para reflexionar sobre la complementariedad entre las capacidades especiales de la CNEA(y la industria nuclear) y del CONICET, y la posibilidad que el CONICET sea a futuro un socio activo en la protección legal y promoción de los resultados de I+D nano-nuclear obtenidos gracias a la modularización del INN. Y esto también tendría una lógica en el marco de la división entre “capacidades” y “resultados de I+D” (Scacchi, 2017): mientras que la propuesta del presente TFM apunta a tratar a la modularidad de las capacidades de I+D del INN de tal modo que desde la TRL 1 las mismas estén en parte “direccionadas” a la industria nuclear, el logro de resultados de I+D nano-nuclear en las TRL 4 requerirá de las capacidades especiales del CONICET para proteger y promocionar la innovación moldeada por los estándares nucleares.

Por otro lado, la propuesta tiene como fortaleza el hecho que el INN, a pesar de la trayectoria mainstream, ya ha intentando implementar la prioridad nuclear establecida en el convenio de creación de la UE, a través de la Reunión Nano-Nuclear y su posterior programa. También en ésta línea, se destaca la intención del Plan Estratégico de la CNEA 2015-2025, el cual plantea como objetivos “generar conocimientos y tecnologías en el área de nanotecnología para el desarrollo de sensores, microactuadores y dispositivos para aplicaciones biomédicas, telecomunicaciones, ambientales y nucleares” (CNEA, 2015). En otras palabras, la prioridad nuclear es un suelo necesario para poder darle “consistencia política” a la propuesta.

8)2)2) Oportunidades

La propuesta de modularización de las capacidades del INN parte de la necesidad de integrar la I+D nano a la misión del Plan Nuclear Nuclear argentino, compuesto por varios objetivos que se traducen en proyectos y programas. En términos conceptuales, se trata de direccionar la innovación nanotecnológica bottom up en el marco de una política top-down orientada por misiones.

El concepto de misión está siendo ampliamente estudiado en la academia, principalmente por la economista Mariana Mazzucato, quien plantea que actualmente los países deben diseñar una estrategia industrial misión orientada para abordar los 17 objetivos para el desarrollo sustentable propuestos por la ONU para alcanzar una economía verde, inclusiva y sustentable (Mazzucato, 2018: 2). Estos grandes desafíos planteados por la ONU se traducen en misiones, cuya implementación se realiza a través de Programas y Proyectos que involucran no solamente a un sector o una industria, sino a varios sectores socio-económicos que aportan al abordaje y solución de los desafíos para el desarrollo sustentable (Mazzucato, 2017).

Figura 28. Nuevo enfoque sobre las misiones en la UE



Fuente: Mazzucato (2018)

Este concepto de misión es la base para establecer, en el marco del noveno programa marco de financiamiento de la Unión Europea (FP9), la vinculación entre la I+D

y la experimentación bottom up y los objetivos top down de desarrollo sustentable (Linder et. al., 2016). En otras palabras, y como se afirma en un informe de la Sociedad Fraunhofer de Alemania sobre el FP9, “las misiones sirven para establecer un rol conductor en una determinada área”, por lo que para gestionar dichas misiones se debe “elegir tanto una instancia top-down en la arena política, así como también una instancia media bottom up en el ámbito de la investigación” (Fraunhofer Gesellschaft, 2017: 2)²⁹.

Esta novedosa concepción de misión se separa de la noción de políticas misión orientadas planteada en épocas de la Guerra Fría, las cuales tenían como objetivo principal generar innovaciones disruptivas en el marco de “big science” y bajo intereses nacionales (Mazzucato & Kattel, 2018: 11). Organizacionalmente, cada misión era ejecutada por un laboratorio “orientado por misión” donde se desarrollaba tecnología con fines civiles y/o militares. En este marco se desarrolló la tecnología nuclear en todo el mundo en comisiones nacionales de energía atómica (Sabato, 1968).

Con el nuevo concepto de misión, donde el objetivo no es solamente desarrollar tecnología, sino también generar sinergias trans-sectoriales que permitan abordar las transformaciones socio-económicas hacia el desarrollo sustentable, se requiere pensar nuevas formas organizacionales y modalidades de implementación que involucren tanto a los laboratorios misión orientados creados en la Guerra Fría, como a otros actores sociales (Robinson et. al, 2019). Para lograr esto, se requieren nuevas formas de gobernanza de la innovación generada en el marco de dichas misiones complejas.

La Comisión Europea ha abordado el problema de la gobernanza en las nuevas misiones en el Memorandum “Hacia una política de investigación e innovación misión orientada en la Unión Europea” (European Commission, 2017). En dicho informe, se afirma que es crucial traducir una misión “en un objetivo agregando posibles aceleradores”, mientras que “los programas deben ser considerados como unidades relevantes para incentivar y apoyar el descubrimiento propio en las direcciones indicadas por el objetivo y reflejadas en la misión” (European Commission, 2017: 21). En ese sentido, “se está considerando la modularización de capacidades y de los elementos necesarios para implementar una prioridad como un marco conceptual para gestión de escenarios complejos” (European Commission, 2017: 21). Así, según el informe, la

²⁹ En Europa desde las universidades y los organismos temáticos (por ejemplo, agencias espaciales) se está avanzando en una estrategia misión orientada a realizar una transformación sustentable. La idea es trabajar en proyectos específicos de acuerdo a los objetivos de desarrollo de la ONU (Hochschule Darmstadt, 2017; DRL, 2017)

modularidad aparece como una “aproximación realista, pragmática y abierta” (European Commission, 2017: 21), en donde al pensar una misión como módulo integrado “se posibilita separar las necesidades de cada programa (en el marco de una misión) para clarificar las reglas conectivas (la información visible) de la información invisible (el cual los otros no necesitan saber)” (European Commission, 2017: 27). En otros términos, en el marco de la modularización de las misiones, “un módulo (aquí un programa) es un subsistema cuasi autónomo, el cual contribuye a un proceso/misión más abarcativa, al estar combinado con otros subsistemas (programas) a través de ciertas reglas conectivas”(European Commission, 2017: 26). Por consiguiente, “cada subsistema (programa) es una estructura modular puede ser diseñado independientemente, siempre que se sigan las reglas conectivas” (European Commission, 2017: 26). En conclusión, el informe propone el pensamiento modular (modular thinking) para llevar adelante las misiones de la Unión Europea, ya que permitiría una “balance (trade-off) entre esta libertad para experimentar de los programas y la necesidad de una coherencia sistemática y la integración” (European Commission, 2017: 26).

Dicho esto, se resalta que este escenario internacional actual, donde se está analizando la implementación de políticas misión orientadas bajo la visión modular, aparece como una oportunidad para la propuesta del presente TFM por dos motivos.

Por un lado, la propuesta permite fortalecer el “pensamiento misión orientado” (mission-oriented thinking) que dió origen a la CNEA y al Plan Nuclear argentino, y al mismo tiempo adaptarlo a las nuevas características basadas en la trans-sectorialidad y en la contribución a grandes desafíos socio-económicos. La idea de integrar al CONICET como parte del “plan de modularización del INN” es un paso en esa dirección.

Por otro lado, la propuesta bien puede enriquecerse de los aportes teóricos que se están realizando respecto a la modularidad como marco de implementación de misiones. En ese sentido, bien podría realizarse una tarea de aplicación y enriquecimiento de la propuesta del presente TFM con los análisis sobre la modularización que se está realizando en otros lugares del mundo.

8)2)3) Debilidades:

La principal debilidad que presenta la propuesta reside en la falta de experiencia reciente en gestión modular de la CNEA y el CONICET -instituciones que albergan el

INN. Para que la propuesta pueda tomar forma, primero deberían generarse cambios institucionales y culturales en ambas instituciones.

Por parte de CNEA, el desconocimiento del pensamiento modular se traduce en el dilema institucional entre ofrecer las capacidades a varios sectores socio-productivos y contribuir al Plan Nuclear argentino (Enriquez, 2013). Esto se traduce en una política de vinculación y transferencia no unificada, y una correspondiente estructura organizacional descentralizada en función de propósitos nucleares y no nucleares. Al mismo tiempo, entre el personal de la institución está extendida la costumbre de clasificar sus actividades entre “nucleares” y “no-nucleares”, haciendo que varios investigadores no se sientan parte de la industria nuclear y del Plan Nuclear en marcha, y por consecuencia, se dediquen a líneas de I+D que no están motivadas por prioridades institucionales. Por otro lado, el personal perteneciente a sectores cercanos a proyectos nucleares guardan prejuicios acerca de los investigadores CNEA-CONICET que se encuentran realizando investigaciones y experimentaciones bottom-up, supuestamente alejadas de las necesidades de la industria nuclear.

Así y todo, es posible suponer que en su trayectoria histórica, la CNEA tuvo una aproximación modular en la gestión de la transferencia. Esto fue en el momento en que el Departamento de Metalurgia planteó la estrategia de desarrollar la ciencia metalúrgica de manera general, lo cual le dio la libertad de plantear una agenda de trabajo que en principio parecía alejada de las necesidades directas del sector nuclear. Esta “libertad” del Departamento luego se tradujo en un Servicios de Asistencia Técnica a la Industria (SATI) que transfería conocimientos a la industria metalúrgica convencional, pero al mismo tiempo se comprometía en generar participación de esa industria en los programas nucleares, proporcionando información visible para lograr la integración. Esta experiencia del SATI y el Departamento de Metalurgia no son tomadas como ejemplo a la hora de pensar una estrategia de desarrollo de proveedores nucleares, ni a la hora de integrar la I+D “no nuclear” al Plan Nuclear argentino. Por lo tanto, aun habiendo una aproximación modular, la CNEA tiene como debilidad no rescatar la experiencia del SATI a la hora de gestionar la vinculación y la transferencia de tecnología en general.

Por otra parte, el CONICET tiene una estructura de vinculación y transferencia de tecnología donde, si bien se plantea una división temática que bien pueden ser el puntapié para pensar en términos de misiones -y por ende, en términos modulares-, no obstante está subsumida a una estrategia que parte de una concepción difusión orientada, donde la innovación abierta no tiene dirección específica alguna. Así, al afirmar que el CONICET

es “una plataforma de I+D”, toda direccionalidad y posterior proceso de innovación queda en manos del sector productivo, es decir, el CONICET no se responsabiliza y no planifica “el escalado industrial” de las capacidades y resultados de I+D.

Esta postura, si bien se quiere revertir desde la institución agregando proyectos orientados, áreas prioritarias, etc., no obstante tiene como contrapeso el escaso control y conocimiento del Consejo respecto de cómo gestionar la innovación luego de la TRL4. También, la trayectoria institucional signada por el cientificismo y la prioridad de promoción del conocimiento científico-tecnológico por sobre misiones industrializantes, hacen que el CONICET no posea una de las características de la CNEA: su conocimiento de los productos y procesos industriales complejos.

Toda esta trayectoria institucional y cosmovisión genera una consolidación de las capacidades especiales ligadas al patentamiento de desarrollos en TRL4 , y su posterior promoción y ofrecimiento activo; al tiempo que la aleja de abordar cuestiones de diseño y estandarización, necesarios para todo pensamiento modular.

Por último, se destaca la “cultura de investigación” del CONICET -producción de papers, individualismo académico y patentamientos por cuestiones de prestigio-, la cual está muy arraigada en los investigadores ligados al Consejo, los cuales conforman gran parte del staff de I+D del INN. Esta cultura es validada por el sistema de evaluación y promoción de los investigadores del Consejo, la cual está basada principalmente en cantidad de papers académicos publicados en publicaciones con referato, y en cuánto conocimiento se logró plasmar o difundir en diferentes espacios de promoción. Esto último no permite que investigadores del CONICET-INN puedan involucrarse en proyectos nucleares donde no se investiga para generar papers, sino para generar conocimiento que debe servir principalmente al desarrollo de tecnología nuclear, acoplándose a otros saberes. En ese sentido, avanzar en una propuesta de modularización implicaría, por ende, en proponer implícitamente un cambio en la cultura de investigación, la reglamentación correspondiente y en rutinas de trabajo instaladas.

8)2)4) Amenazas

A nivel macro, el riesgo de implementar la propuesta de modularización de las capacidades del INN está asociado a la poca experiencia en el mundo en gestión modular de la innovación con fines de generar transformaciones industriales. En ese sentido, el concepto de modularidad fue implementado originalmente para diseñar productos

informáticos, y para distribuir el trabajo de modo eficiente entre los proveedores externos, logrando al mismo tiempo una alta tasa de innovación. Luego, la modularidad fue trasladada para la fabricación de los ya mencionados COPS y otros sistemas donde la complejidad forzó a crear un mecanismo de distribución e integración. Si bien, como se planteó, la forma modular de producir se refleja en las estructuras organizacionales, no obstante no hay muchos antecedentes donde la modularidad se encuentra en el centro de la estrategia de gestión de escenarios complejos que involucran tanto COPS como actores diversos.

Esto lo demuestra el nivel experimental de las aproximaciones modulares para implementar los programas en el marco de las misiones. Así, la modularidad aún no está probada como método eficiente para gestionar la innovación en escenarios complejos y misiones -aún falta tratar tema de rol de los actores y los estados, financiamiento, métodos de implementación³⁰. Por lo tanto, si a nivel internacional la modularidad termina siendo un experimento fallido para gestionar la innovación en escenarios complejos, entonces habrá que revisar el marco conceptual y las causas de los fracasos internacionales para repensar la propuesta.

A nivel nacional, la principal amenaza proviene de la situación financiera y política actual de la industria nuclear, y de la ciencia y la tecnología.

En la industria nuclear, a nivel político-gubernamental se ha tomado la decisión de abandonar la cuarta central nuclear con tecnología CANDU, cuyos diseño, ingeniería y estándares técnicos la Argentina domina ampliamente, luego de haberse logrado el acuerdo de transferencia de tecnología con la empresa canadiense AECL en 1974 en el marco de la construcción de la central nuclear Embalse. En un nuevo escenario, donde la CNEA no participa, se comenzó a negociar con China la provisión de una central nuclear de generación III+, similar a la central china Hualong³¹. La industria nuclear argentina no domina el diseño de ésta tecnología, por lo que el paquete tecnológico podría quedar en gran parte en manos de proveedores nucleares chinos, mientras que Argentina deberá volver a comenzar una senda de aprendizaje tecnológico -si se logra un acuerdo de transferencia de tecnología correspondiente-, ésta vez con otro diseño de centrales.

³⁰ <https://voxeu.org/article/low-funding-jeopardises-european-commission-s-innovation-missions>
(Consultado el 1 de abril de 2019)

³¹ <https://agendarweb.com.ar/2019/03/27/la-argentina-nuclear-perdio-la-brujula/> (Consulta 24 de mayo de 2019)

Por consiguiente, en caso que la próxima central nuclear no posea “información modular visible” que pueda dominar Argentina, será complejo instalar el pensamiento modular en gran parte de la industria nuclear, por cuanto los actores integradores argentinos deberán volver a escalar en la curva de aprendizaje, mientras que los sectores de I+D, en caso que así se de, deberán trabajar con los principales diseñadores: la industria nuclear china.

Con respecto a la política de ciencia y tecnología, en los últimos años se observa una reducción presupuestaria pública a ciencia y tecnología, así como una reducción en la cantidad de becarios e investigadores de ingresan a la carrera del CONICET. Esta situación de recorte de recursos impacta sobre las posibilidades del sistema de ciencia y tecnología de pensar nuevos modos de integrarse a misiones y por ende, asumir costos de cambios de estructuras de gestión³². En consecuencia, el nivel de incertidumbre económica e institucional alrededor de la gran área de ciencia y tecnología es un elemento clave que obstruye una mirada a largo plazo, planteada en la propuesta de modularidad del INN.

9) Conclusiones: un régimen para la innovación nano-nuclear

Durante varios años, Jorge Sabato, quien por varios años formó parte del plantel de la CNEA, analizó el papel estratégico de la tecnología en la sociedad contemporánea y su gran importancia en los más variados sectores de la realidad. Su análisis fue clave no solamente para crear modelos conceptuales tales como el famoso “triángulo Sabato-Botana de relaciones Estado-infraestructura de CyT-Empresas”(Sabato et. al., 1968), sino también debido a su exploración en formas de gestionar los procesos de producción del conocimiento de tal modo que impacten en el desarrollo socio-productivo nacional. Con respecto a esto último, Sabato se preguntaba cómo lograr la inserción de la tecnología dentro de los procesos industriales, lo que lo llevaba necesariamente a pensar en cómo lograr una “política tecnológica en el marco de una política industrial” (Sabato, 1997).

En esa línea, Sabato cuestionaba que las políticas industriales contemplaban a la tecnología como un “apósito”, el cual se introduce de “afuera hacia adentro” o de “arriba hacia abajo” dentro de un esquema mecanicista (Sabato, 1997: 121). Esto hace que todo intento de lograr innovación dentro de las industrias sea de modo forzado y artificial, al tiempo que supone que la I+D desarrollada se incorporará linealmente en el proceso

³² Según actas del Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología del ex MinCyT, el 97% del presupuesto del CONICET corresponde a sueldos del personal, lo que muestra que la institución no puede invertir en ítems que la acerquen a las misiones de CNEA.

productivo (Sabato, 1997: 121). Frente a esta situación, Sabato afirmaba la necesidad de introducir la tecnología en la industria desde “adentro hacia afuera”, haciendo el siguiente planteo: “dada una política industrial (PI) inscrita en el marco de una cierta política económica, cómo utilizar la tecnología T de forma de asegurar que su comportamiento sea compatible con esa política, y contribuya de manera óptima a alcanzar los objetivos propuestos por PI” (Sabato, 1997: 121). De este modo, Sabato propuso la creación de un “régimen de tecnología”-similar a los ya conocidos régimen de exportaciones, régimen fiscal, etc.- para cada industria, a los fines de operar con y sobre la tecnología con la que dispone dicha industria. Esta regulación de la tecnología parte de la clasificación de la misma en stock (tecnología en estado pasivo) y flujo (conjunto total de tecnología empleadas activamente y aquella en estado pasivo). De este modo se tendría un control más óptimo sobre qué tecnología se está explotando efectivamente, qué tecnología podría ser patentada y comercializada, y qué tecnología se encontraba ociosa.

Un ejemplo de la aplicación del régimen de tecnología en la industria nuclear fue a través de la metalurgia: la producción de conocimiento en ciencia y tecnología de materiales ha tenido el carácter de stock cuando aún no se transfería a los sectores socio-productivos a través del SATI. Con la creación del SATI, el conocimiento en materiales comenzó a movilizarse estratégicamente, tanto hacia la industria convencional -para crear a futuros proveedores nucleares-, como hacia el Plan Nuclear argentino. En ese marco, esta industria regulaba la dirección del “recurso tecnología” desde adentro (CNEA-Departamento de Metalurgia) hacia afuera (Plan Nuclear argentino-industria convencional).

Ahora bien, ¿por qué no pensar a la nanotecnología producida en el INN bajo un “régimen de nanotecnología” dentro de la industria nuclear, similar al aplicado con la metalurgia?

La propuesta de modularización del presente TFM pretende generar un equilibrio entre la actual dinámica de innovación abierta del INN y la posibilidad de integrarse a las cadenas de valor nucleares. Así, al proporcionar información visible de los COPS nucleares junto con desafíos y problemas tecnológicos, el INN comenzaría a ser parte de los procesos de producción de tecnología nuclear desde los estadios tempranos de madurez tecnológica (TRL), logrando al mismo tiempo introducir la nanotecnología a la industria nuclear “desde adentro”. Así la nanotecnología en stock sería aquella utilizada para innovación abierta o aquella que no ha sido aplicada a sector productivo alguno, mientras

que el flujo total de nanotecnología correspondería a la suma de la nanotecnología utilizada para la misión nuclear y aquella que está en stock.

En efecto, es necesario pensar a la nanotecnología como un recurso disponible dentro del sector nuclear y que su explotación para el desarrollo nuclear no es una cuestión forzada por voluntarismo coyuntural, sino que es una decisión de gestión sobre recursos de I+D en el marco de un régimen.

Aún cuando el CONICET conceptualiza a la nanotecnología como un recurso de la “plataforma de I+D”, el “régimen de nanotecnología” obligaría a la CNEA (y al INN) a reconceptualizar a la nanotecnología dentro de la misión propia del Plan Nuclear argentino. Así, “plataformas” y “régimenes” no serían modelos de gestión antagónicos, siempre que la modularidad de las capacidades nanotecnológicas logre el equilibrio “inestable” entre la libertad de investigación que aporte al reservorio de la plataforma y la investigación direccionada que aporte al flujo total de tecnología para la industria nuclear.

Como se ha señalado en el marco teórico, la nanotecnología es un área de conocimiento que está impactando en diferentes sectores socio-económicos, al punto tal de estructurar un nuevo “paradigma tecno-económico”. Actualmente, como plantea Roco (2001) el mundo se encuentra en la segunda fase de desarrollo nanotecnológico, cuyas características son su aplicación masiva, sustentabilidad expandida, productividad, y sus efectos socio-económicos y en la salud. Esto demuestra que la nanotecnología ya “salió del laboratorio” y se está integrando a las industrias en todo el mundo: es decir, la nanotecnología ya es parte de varios “regímenes de tecnologías” de industrias de todo el mundo.

En este escenario, Argentina no puede conformarse con ser parte de los países con líneas de I+D en nanotecnología y que logran escalar sus resultados incubando start-ups o generando emprendedores: debe también explorar modelos conceptuales y de gestión que permitan traccionar este área de conocimiento hacia las grandes industrias conocimiento-intensivas que ya están instaladas en el país (nuclear, aeroespacial, biotecnológica) y que requieren de la modernización de sus cadenas de valor a través de conocimientos y tecnologías claves. El presente TFM es una propuesta que, pensando en el escenario nuclear local, intenta aportar a este desafío de gestionar a la nanotecnología para el desarrollo y modernización industrial del país.

10) Bibliografía

Abernathy W. J. and Utterback, James M. (1978). Patterns of industrial innovation. En: *Technology Review*, Vol. 80.

Allianz Global Investors 2010. The Sixth Kondratieff – Long Waves of Prosperity. Frankfurt am Main. URL: www.allianz.com/v_1339501901000/media/press/document/kondratieff_en.pdf (Consulta el 26 de noviembre de 2018)

Anand, N. y Daft, R. (2007). What is the Right Organization Design? En *Organizational Dynamics*. Volumen 36 (4), pp. 329-344

Ander-Egg, E. (1995) *Introducción a la planificación*. Madrid: Siglo XXI.

Aráoz, Alberto y Martínez Vidal, Carlos (1974): *Ciencia e Industria, un caso Argentino*, OEA, Estudios sobre el Desarrollo Científico y Tecnológico, N°19, Washington, D.C

Buschini, J y Di Bello, M. (2014) Emergencia de las políticas de vinculación entre el sector científico académico y el sector productivo en la Argentina (1983-1990). En *Redes*, Vo. 20 (39)- pp. 139-158.

Casteletti, A. (2018). “Bases para la Gestión Estratégica de la Nanotecnología en la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)”. Trabajo Final para la Maestría en Administración de Empresas de Base Tecnológica. Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires (UBA).

Chandler, Aldred. (1962). *Strategy and Structure. Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*. Cambridge: M.I.T. Press

Chesbrough, H. (2003). *Open innovation : the new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press.

CNEA (2015). *Memoria y Balance 2015*. Comisión Nacional de Energía Atómica.

CNEA (2017). *Memoria y Balance 2017*. Comisión Nacional de Energía Atómica.

CONACYT (2009). Taller de expertos en Nanociencia y Nanotecnología.

<https://docplayer.es/9171138-Nanotecnologia-taller-de-expertos-en-nanociencia-y-nanotecnologia-conacyt.html> (Consulta 25 de noviembre de 2018)

Bresnahan T, Trajtenberg M (1992) *General purpose technologies: 'Engines of Growth'?* NBER working paper no. 4148.

Enriquez, Santiago (2011): “A 50 años del SATI: apuntes de una heterodoxia”. En: *Revista CNEA*, N°41-42.

Enriquez. S; Casteletti, A. (2016). “La gestión de la Nanotecnología en la CNEA ante el upgrading de la tecnología nuclear”. Trabajo presentado en la XLII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear (AATN)

Fernández de Lucio, I. y Castro, E. (1995). *La nueva política de articulación del Sistema de Innovación en España*. Anales del VI Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica, pp. 115-134, Concepción, Chile.

Foladori, G. (2016). Políticas públicas en nanotecnología en América Latina. En *Problemas del desarrollo*, 47(186), 59-81. <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2016.03.002>

França Junior, J.; Lakemond, N.; Holmberg, G.(2017) Mechanisms of Innovation in Complex Products Systems: An Innovation System Approach. En *Revista Militar de Ciencia y Tecnología* Vol.34 N°1 pp. 47-54 .

Galvele, José (2009): *Jorge Sabato, Creador de la Metalurgia en CNEA o ¿Cómo se hace para crear un laboratorio de excelencia?* Editorial UNSAM –Instituto Sabato

Hellström, T. et. al.(2017) From thematic to organizational prioritization: the challenges of implementing RDI priorities. En *Science and Public Policy*, Volume 44, Issue 5, pp. 599–608,<https://doi.org/10.1093/scipol/scw087>

Hobday, M., & Rush, H. (1999). Technology management in complex product systems (CoPS) - ten questions answered. En *International Journal of Technology Management*, 17(6), 618.

Houssay, Bernardo (1960) *La investigación científica*. Editorial Columba.

Hurtado de Mendoza, Diego (2010) Organización de las Instituciones Científicas en la Argentina (1933-1996). Una visión panorámica. En *Cuadernos Instituto Ciencias de la Tierra (ICES)*, N° 3

Hurtado, D.; Lugones, M.; Surtayeva, S. (2017). Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina. En *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, vol. 12, núm. 34, pp. 65-93

Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) (2014). Resumen de la Reunión Nano-Nuclear en el Centro Atómico Bariloche. INN/CNEA.

Lugones, G. et. al. (2015). *Dinámica de la transferencia tecnológica y la innovación en la relación Universidad-Empresa*. Informe final del Proyecto UNQ-CIECTI. Disponible en: <http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2016/09/CIECTI-Proyecto-UNQ.pdf> (Consulta 12 de diciembre de 2018)

Mazzucato, M. (2017) ‘Mission-oriented Innovation Policy: Challenges and Opportunities’, UCL *Institute for Innovation and Public Purpose (IIPP) Working Paper Series*, (IIPP 2017-01)

Mazzucato, M. (2018). *Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union A problem-solving approach to fuel innovation-led growth*. European Commission. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

MINCYT (2012). *Argentina Innovadora 2020*. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015. Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

MINCYT (2013). *Síntesis ejecutiva del Plan Argentina Innovadora 2020 – Versión Final*-abril 2013.

MINCYT (2013) *Guía de Buenas Prácticas en Gestión de la Transferencia de Tecnología y de la Propiedad Intelectual en Instituciones y Organismos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

MINCYT (2016). *Estudios de Consultoría en el sector Nanotecnológico. Benchmarking internacional*. Informe del Consorcio: Observatorio Tecnológico (OTEC) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina), Instituto de Bioingeniería de Cataluña (IBEC). Fundación Hospital Universitari Vall d’Hebron– Institut de Recerca (VHIR) (España). Buenos Aires.

Shea, Christine (2005). Future Management Research directions in Nanotechnology: A case Study. En *Journal of Engineering and Technology Management*. Volume 22, Issue 3, pp. 185-200.

Spivak L’Hoste, A., Hubert, M., Figueroa, S., & Andrini, L. (2012). La estructura de La investigación argentina em nanociencia y nanotecnología: balances y perspectivas. En G. Foladori, E. Záyago, & N. Invernizzi (Eds.), *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina*. México, DF: Miguel Angel Porrúa

Osycka, M. (2017). “Asesoramiento en Vinculación y Transferencia Tecnológica a grupos de nanociencias y nanotecnologías de la Comisión Nacional de Energía Atómica”. Tesis de Especialización en Management Tecnológico, Universidad Nacional de Río Negro

(Programa de Formación de Gerentes y Vinculadores Tecnológicos –GTEC, del Ministerio Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva).

Pérez, C. (2010) Technological revolutions and techno-economic paradigms. En *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 34, No.1.

Raj, B., et. Al. (2017). Nanotechnologies in Sodium-Cooled Fast Spectrum Reactor and Closed Fuel Cycle Sustainable Nuclear Energy System. En: *Nanotechnology for Energy Sustainability*, 3 Volume Set. Wiley VCH Verlag GmbH. Weinheim, Germany

Ranalli, J. (2016) Asistencia técnica made in Argentina. En *Revista U238 N°23* Disponible <http://u-238.com.ar/asistencia-tecnica-made-in-argentina/> (Consulta: 01 de diciembre de 2018)

Ranalli, J. (2018). Una mirada a las Asistencias Tecnológicas de CNEA a Centrales Nucleares. *Hojitas del Conocimiento* N°13. IEDS: pp. 211-212.

Robinson, D. & Mazzucato, M. (2019) The evolution of mission-oriented policies: Exploring changing market creating policies in the US and European space sector. En: *Research Policy* Volume 48, Issue 4, pp. 936-948.

Roco, Mihail (2011). The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years. En *Journal of Nanoparticle Research*, Volume 13, Issue 2, pp 427–445.

Sábato, Jorge A. (1968). Energía Atómica en Argentina. En *Revista del Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile*, “Estudios Internacionales”, Vol. 2 N°3.

Sturgeon, T. (2000). Modular production networks: a new American model of industrial organization. En *Industrial and Corporate Change*, Volume 11, Number 3, pp. 451–496

Tassey, Gregory (2012) *Beyond the business cycle: The need for a technology-based growth strategy*. Documento de Trabajo del Economic Analysis Office, US National

Institute of Standards and Technology (NIST). Disponible:

<https://pdfs.semanticscholar.org/ac84/b8664a6dd1aa2cf561bfc7ca328fb7ba8ced.pdf>

(acceso 21 de enero de 2016)

Teece, David (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. En *Research Policy*, Volume 15, Issue 6, pp. 285-305.

Tuncel, C, Polat, A. (2016). Nanotechnology, Long Waves, and Future of Manufacturing Industry: Comparative Analysis of European Union, East Asian Newly Industrialized Countries, and MENA Region. En *Handbook of Research on Comparative Economic Development Perspectives on Europe and the MENA Region. Editorial Advisory Board.*

Vila Seoane, M, (2011), “Nanotecnología: Su desarrollo en Argentina, sus características y tendencias a nivel mundial”, tesis de Maestría en Gestión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Universidad Nacional de General Sarmiento. Disponible en <https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2012/03/Vila-Seoane-Maximiliano-Facundo-T%C3%A9sis-de-Maestr%C3%ADa-Versi%C3%B3n-Final.pdf> (Consulta realizada el 21 de octubre de 2018)

Vila Seoane, M. Y Rodríguez, S. (2012) *Empresas y grupos de nanotecnología en Argentina*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Vila Seoane, M. (2014). Los desafíos de la nanotecnología para el desarrollo en Argentina. Mundo Nano. En *Revista Interdisciplinaria en Nanociencia Y Nanotecnología*, 7(13), 78–94.

Zartha, J., López, C. (2014). Technological surveillance in advanced steel used in the automotive industry. *Espacios*. Vol. 35 (Nº 8). Pág. 1.

Decretos y Resoluciones consultadas:

Decreto creación de CNEA <https://www.cnea.gob.ar/es/wp-content/uploads/2016/09/DECRETO-10936-50.pdf>

RP CNEA 71/17. Convenio entre la CNEA y el CONICET para la creación del Instituto de Nanociencia y Nanotecnología



Solicitud de constitución de Jurado para Defensa del TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA		Código de la Maestría M45
Nombre y apellido del alumno Santiago Nicolás Enriquez		Tipo y N° de documento de identidad: DNI 33.087.954
Año de ingreso a la Maestría – Ciclo 2014	Fecha de aprobación de la última asignatura rendida Julio 2019	
Título del Trabajo Final <i>Hacia la modularización de las capacidades del Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)</i>		
Solicitud del Director de Trabajo Final Comunico a la Dirección de la Maestría que el Trabajo Final bajo mi dirección se encuentra satisfactoriamente concluido. Por lo tanto, solicito se proceda constituir el correspondiente Jurado para su evaluación y calificación final. Firma del Director de Trabajo Final Aclaración..... Lugar y fecha.....		
Datos de contacto del Director		
Correo electrónico alamagna@cnea.gov.ar	Teléfonos 54 11 4704-1431	
Se adjunta a este formulario: <ul style="list-style-type: none">• Trabajo Final de Maestría impreso (indicar cantidad de copias presentadas)• CD con archivo del Trabajo Final en formato digital (versión Word y PDF)• Certificado analítico		
Fecha 10/09/2019	Firma del alumno 	