

PRESENTACIÓN

TECNOLOGÍAS INDUSTRIALIZANTES: UNA VIEJA ESTRATEGIA PARA UN NUEVO MODELO DE DESARROLLO

Facundo Picabea¹

Las tecnologías intensivas en conocimiento son el equivalente innovativo actual al maquinismo de la revolución industrial del siglo XIX, por lo que constituyen un sector estratégico como área de interés para alcanzar un desarrollo socio-económico sostenible. Para la economía global, deslocalizada e integrada, marcada por la alta productividad asociada a la automatización, las tecnologías digitales y una creciente diferenciación tecno-productiva entre países centrales y periféricos, el conocimiento es una variable crucial para salir de la senda de la dependencia.

En la posguerra por algunos países de la región siguieron una estrategia que impulsó un progresivo desarrollo económico y social sostenido por más de tres décadas. La industrialización permitió el mejoramiento de la calidad de vida, la generación de empleo especializado bien remunerado, la construcción de infraestructura acorde a los estándares industriales mundiales y la producción de bienes durables de calidad. El impulso de sectores manufactureros estratégicos, subsidios directos e indirectos, protección de la industria nacional, creación de empresas estatales, educación superior libre y gratuita, combinado con alimentación de calidad, promoción del acceso a la vivienda, educación y salud públicas, generaron un mejoramiento de todos los indicadores sociales que incluso superaron naciones europeas. Estas políticas promovieron la incorporación de valor agregado a partir de la sustitución de bienes importados y la industrialización de materias primas locales generaron ventajas competitivas en el mercado internacional y regional.

La pandemia neoliberal de mediados de la década de 1970, dictaduras mediante, erosionó en un par de décadas las bases industriales en toda América Latina a partir de la eliminación gradual de las políticas públicas que promovían la producción local y el desarrollo científico-tecnológico. Casi medio siglo después, luego de una severa crisis económica y social, Argentina continúa insistiendo en la generación de tecnologías conocimiento-intensivas a través de proyectos en áreas estratégicas.

Mucho más allá de los modelos abstractos de la economía del libre mercado que obliga a competir en condiciones de igualdad a naciones estructuralmente asimétricas, lo que finalmente somete a las

¹ UNLU/PROESI, CONICET/IESCT-UNQ

economías locales a la exportación de materias primas, es la producción diversificada de bienes y servicios de calidad lo que permite mejoras en el nivel de ingresos, incorporación al mercado de trabajo e integración social de sectores marginalizados.

El análisis tecno-económico de estos procesos específicos en naciones como la Argentina permiten afirmar que la intensificación del contenido cognitivo de productos y procesos es un instrumento clave tanto para comprender el pasado y el presente, así como concebir un cambio del perfil exportador de las economías en desarrollo que permita generar una mejora estructural de las condiciones de vida de la población.

La historia económica Argentina ha dado cuenta de una centralidad de la producción primaria exportadora desde hace casi dos siglos, lo que consolidó un rol dependiente en el mercado mundial. En ese modelo, los bienes primarios y semielaborados, con poco valor incorporado, ejercieron (por sus características intrínsecas), muy baja presión sobre el sistema nacional de innovación. Apenas formalizada la independencia colonial, la exportación de cueros fue uno de los motores productivos de la economía local. Siguió la producción de lana, cereales y carne, hasta llegar al presente, donde el principal producto exportado es la soja, sin ninguna elaboración, principalmente utilizada a nivel mundial como forraje. Por ello pretender, como lo continúan haciendo los economistas liberales, que el modelo de acumulación dependiente que limitó históricamente el desarrollo argentino produzca resultados diferentes, no parece un razonamiento adecuado.

La especialización en la exportación de productos primarios implicó un bajo nivel de interacción entre la investigación (en general vinculada a instituciones públicas de ciencia y tecnología), y el sector productivo, que acabó constituyendo una estructura económica desarticulada, altamente concentrada y con significativas asimetrías respecto de las posibilidades de innovación. Aun así, hubo un período en el cuál convergieron intereses entre la política pública y la dinámica tecno-económica y se crearon las condiciones para el desarrollo de bienes con alto contenido tecnológico. Durante el proceso de industrialización por sustitución de importaciones (1930-1976), el Estado tuvo un rol protagónico en la conducción de ciertas estrategias (no siempre consistentes, algunas veces incompletas y muchas veces interrumpidas), que permitieron la promoción de sectores excepcionales para países en desarrollo.

Existen experiencias a nivel nacional que permiten analizar procesos de desarrollo de tecnologías intensivas en conocimiento, políticas de ciencia y tecnología en sectores estratégicos y la vinculación entre empresas públicas y el sector privado. Este libro presenta un conjunto de casos que permiten estudiar las políticas públicas, los actores, artefactos y sus entramados, que se

produjeron en el pasado y en el presente, en el marco del diseño y fabricación local de estas tecnologías.

Con algunas diferencias, todos los trabajos responden a una pregunta básica: ¿cómo ha sido posible en un país periférico el diseño y fabricación de tecnologías conocimiento-intensivas sustentables en términos comerciales, y competitivas en mercados internacionales?

El análisis de experiencias de tecnologías intensivas en conocimiento es central para comprender los elementos constitutivos y sus relaciones internas y externas en procesos de desarrollo económico y social. Los casos paradigmáticos (entendidos como hechos estilizados de dinámicas tecno-productivas virtuosas), tanto del pasado como del presente, permiten verificar empíricamente la factibilidad local de innovación y producción de bienes complejos, así como generar insumos fundamentales para el diseño de nuevas estrategias e iniciativas en políticas de Ciencia, Tecnología, e Innovación.

La República Argentina tiene una vasta trayectoria en el diseño y fabricación de bienes basados en tecnologías conocimiento-intensivas. En las primeras décadas del siglo pasado, la creación Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) y de la Fábrica Militar de Aviones marcaron un camino, siempre sinuoso, que le permitió a un país periférico ubicarse entre los países con capacidad para producir combustibles y desarrollar de forma endógena algunas tecnologías de uso dual. Primero fue la exploración y producción de hidrocarburos y el diseño y fabricación de aviones y automotores; luego se incursionó en vectores de lanzamiento, enriquecimiento de uranio, reactores nucleares (de investigación), y, en las últimas décadas, radares, microelectrónica, satélites científicos y de comunicaciones.

Desde comienzos del siglo XX, el campo de los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad aborda la complejidad del desarrollo de tecnologías estratégicas e intensivas en conocimiento en Argentina desde diferentes perspectivas: Thomas, Versino y Lalouf, 2004; Lalouf, 2005; Picabea, 2010; Seijo y Cantero, 2015; Picabea y Thomas, 2015; Quiroga, 2018; Urcelay y Picabea, 2019; Quiroga, Nevia y Lugones (2022); Picabea y Cáceres, 2023, Garrido y Recalde (2022), Santos (2017), Colombano y Aguiar (2020), entre otros. Estos trabajos han analizado las políticas públicas de ciencia y tecnología, el desarrollo industrial en sectores específicos, la generación de conocimientos, capacidades, procesos y artefactos. Dentro de este marco, los estudios presentados en este libro amplían el análisis de experiencias de significativa trayectoria y permiten estabilizar algunos conceptos; mientras que sus conclusiones constituyen un insumo estratégico para el diseño de políticas públicas.

De las experiencias a la estructura: las capacidades industrializantes

Las capacidades tecnológicas e institucionales son el resultado de procesos de aprendizaje y, por lo tanto, son endógenas a los cambios en la estructura productiva (Lall, 2004). Las capacidades, entendidas como elementos tanto materiales como simbólicos, al estabilizarse, dejan una huella de la trayectoria tecno-productiva de una sociedad. Por un lado, son una consecuencia del camino recorrido, pero a la vez configuran una base y una guía para nuevos procesos de innovación y desarrollo. Cada interacción, aprendizaje, dinámica productiva, resignificación o estilo socio-técnico, funcionan como plataforma desde la que se adaptan, generan y estructuran nuevos procesos (Bell y Pavitt, 1995).

Si los diferentes grupos sociales (instituciones gubernamentales, funcionarios, empresas, científicos, trabajadores, etc.), actúan en ramas específicas de la estructura productiva como agentes especializados, en la medida que esos conocimientos y prácticas permean a otras áreas por la propia dinámica de la producción, hacen circular los aprendizajes promoviendo externalidades hacia otras ramas del sector manufacturero. Ello puede verificarse en la interacción que se da entre fabricantes y sus proveedores para calificar estándares de producción, en las colaboraciones entre empresas privadas y el sector científico-tecnológico público que luego este comparte con otras empresas o en el impulso que cobran algunos proyectos debido al progreso de ramas afines.

Se define aquí a las Capacidades industrializantes como un conjunto de saberes y prácticas tecno-productivas generados en el diseño y fabricación de bienes intensivos en conocimiento que, si bien son específicos, permiten promover efectos de arrastre en la industria en general. En el caso argentino, sectores como el aeronáutico y el nuclear fueron fundadores de un estilo local caracterizado por el financiamiento de formación en el exterior, la radicación de científicos extranjeros, la ingeniería reversa y la resignificación de tecnologías. Progresivamente, estos sectores contribuyeron al desarrollo naval, automotriz, electrónico, aeroespacial, etc.

Desde hace más de medio siglo, los estudios económicos sobre curvas de aprendizaje en la producción industrial de bienes conocimiento intensivos demostraron la importancia de la experiencia para la disminución de los costos de producción (Colman Sercovich, 1978). Si bien estos estudios son microeconómicos, la idea de un Sistema Nacional de Innovación permite proyectar ello a los costos de diseño e innovación, puesto que cada aprendizaje individual implica mejoras, de una experiencia a otra, en los procesos necesarios para promover la investigación y el desarrollo en un sistema. Aun cuando se tratare de equipos pequeños o de reciente formación, la trayectoria industrial en su conjunto afecta positivamente a los nuevos proyectos, transmitiendo

parte de los aprendizajes estabilizados a partir experiencias previas, ya sea a través de recursos humanos especializados, blue prints, equipamiento, procesos o incluso en los requerimientos.

El análisis previo de otros casos en Argentina (industria naval, automotriz, aeronáutica, aeroespacial, microelectrónica, bio-médica, etc.), permite afirmar que en la medida en que se incrementaron las experiencias y procesos de generación de conocimientos y de resignificación tecnológica, la curva de aprendizaje alcanzó una pendiente mayor, afectando no sólo los costos iniciales a nivel de los artefactos o el propio sector, sino sistémicamente, estableciendo una trama tecno-productiva densa que aumentó las capacidades nacionales de I+D.

De acuerdo con Katz (1978), y las capacidades tecnológicas pueden dividirse en: 1- *ingeniería de producto* (diseño de productos, capacidad de interpretación de planos, diversificación de la producción, adquisición de licencias, etc.); 2- *ingeniería de proceso* (incorporación de equipos, instalaciones e infraestructura y la organización del proceso productivo, etc.). Podemos agregar a esta pertinente pero acotada lista, un elemento central desde la revolución industrial para la generación de capacidades a nivel sistémico: el poder eminente del Estado para diseñar políticas públicas que articulen y estructuren de forma virtuosa los procesos, transformando los aprendizajes microeconómicos individuales en potencialmente sociales.

El libro y su propósito

En este libro se presentan seis estudios de caso. Cada uno de ellos se centra en el análisis de procesos concretos de creación de conocimiento y su incorporación a la producción en campos como el energético, el nuclear y la electrónica. Ante las restricciones de los abordajes teórico-metodológicos disponibles en la literatura acerca del cambio tecnológico en contextos periféricos, estas investigaciones se desarrollan a partir de enfoques que integran las dimensiones tecnocientíficas, económicas, sociales, políticas e ideológicas. Se analizan especialmente las estrategias desplegadas por los diferentes actores (funcionarios, ingenieros, investigadores, técnicos, empresarios, proveedores, clientes, etc.), involucrados en procesos de producción de tecnologías conocimiento-intensivas.

Dadas estas condiciones del escenario local, resulta de particular interés analizar un conjunto de sectores que escapan a la caracterización general de país agro-exportador. Lejos de constituir simples excepciones fuera de contexto, estos casos suponen la existencia de posibles comportamientos alternativos en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación argentino.

Las investigaciones presentadas aquí responden preguntas tales como ¿Por qué un país periférico puede alcanzar estándares internacionales en el diseño y fabricación de bienes intensivos en conocimiento?, ¿Cómo se aplican y replican los conocimientos localmente generados?, ¿Cómo se vinculan con empresas públicas y privadas en entornos de I+D?, ¿Cómo se vinculan los programas, planes y estrategias públicas de impulso a las TCI con+ la base tecno-cognitiva y productivo-industrial privada y pública en Argentina?

Si bien puede ser útil considerar lecciones de desarrollo generadas en otros contextos, parece cuanto menos pertinente aprender de los casos locales viables. Estos son portadores de un conocimiento estratégico que permite dar cuenta de cómo generar trayectorias tecno-productivas intensivas en conocimientos sustentables en un escenario, aparentemente, adverso. Estos interrogantes surgen, en parte, de la experiencia acumulada a partir de una serie de investigaciones llevadas a cabo en diferentes proyectos en la última década.

A lo largo de los últimos 70 años, Argentina ha desarrollado capacidades en algunas áreas de I+D en el campo de las tecnologías conocimiento-intensivas. Sin embargo, es evidente el desfasaje entre esta acumulación de capacidades cognitivas y la escasa actividad científico-tecnológica orientada al desarrollo y adopción de estas tecnologías a nivel de la estructura productiva local. Así, en tanto la relación tecnología–desarrollo ha entrado en la agenda de ciencia e innovación productiva, resta aún un desafío estructural, que abarca desde la renovación de los procesos de diseño de políticas, hasta la generación de nuevas capacidades y nuevos instrumentos de gestión.

El análisis de las políticas y estrategias basadas en el diseño, producción e implementación de TCI tiene como objetivo principal elaborar, a partir de estudios de base empírica, una serie de insumos para mejorar las estrategias actuales y crear nuevos instrumentos de gestión y formación de recursos humanos en diferentes niveles decisorios: estatal, no gubernamental, institucional, empresarial.

La generación de políticas que fomenten las tecnologías conocimiento-intensivas debe constituirse en una prioridad para el desarrollo a escala nacional y regional, por lo que es necesario un enfoque analítico-normativo que aborde este campo como una cuestión estratégica. Las experiencias de agencias estatales, empresas públicas y privadas y todo el entramado de proveedores locales, permiten explicar la generación de conocimientos, recursos humanos calificados y desarrollo de infraestructura especializada, así como la promoción de la integración de una matriz insumo-producto sectorial en un campo de agregación de valor de alta complejidad.

Finalmente, el análisis de estas experiencias permite comprender cómo un país agroexportador y dependiente de las manufacturas importadas puede comenzar a producir bienes conocimiento-intensivos, promover la generación de capacidades tecno-productivas autónomas, la promoción sectorial y la generación de empleo industrial calificado. A su vez, permite analizar una política de ciencia y tecnología en la que la intervención del Estado es central para garantizar procesos estables de desarrollo económico y social.

Un balance del campo

Es posible registrar desde mediados del siglo XX la existencia de una serie de experiencias locales significativas de investigación, desarrollo e innovación tecnológica orientadas a la producción de tecnologías conocimiento-intensivas. Estas iniciativas se desplegaron en diferentes sectores tecno-productivos (aeronáutico, nuclear, aeroespacial, naval, biotecnológico, biomédico, de materiales, metalmecánico, informático, etc.), tanto en empresas privadas de capital nacional como en instituciones públicas y emprendimientos mixtos. La escala de estas producciones es diversa: aviones a reacción, reactores nucleares de experimentación, satélites artificiales, calculadoras y microcomputadoras, tractores de doble tracción, técnicas de clonación, organismos vegetales y animales genéticamente modificados, técnicas quirúrgicas, software, son algunos de los productos conocimiento-intensivos localmente desarrollados en el país desde la industrialización.

En lo que respecta al estudio de las experiencias de tecnologías conocimiento-intensivas aplicadas a la producción industrial con intervención estatal, se encuentran los trabajos de Claudio Bellini (2001 y 2006), que analizó desde un abordaje histórico el caso de la Dirección Nacional de Industrias del Estado (DiNIE) entre 1947 y 1962; de Facundo Picabea y Hernán Thomas (2010, 2012, 2015), que analizan, desde los estudios sociales de la tecnología y la innovación, el caso de Industrias Mecánicas del Estado (IME), entre 1952 y 1980; y de Seijo G. y Blugerman L. (2016), que analizan desde la Economía de la innovación, la actividad del Instituto de Investigaciones Científicas para la Defensa. En referencia al sector espacial, pueden citarse trabajos desde la Economía de la Innovación como los de A. López, P. Pascuini y A. Ramos (2017) que exploran la economía del espacio en la Argentina; de L. Drewes (2014) que presenta los actores sociales claves en el desarrollo satelital y de G. Seijo y J. Cantero (2012) que analizan históricamente el proceso de generación y desarrollo de tecnologías de investigación en INVAP.

Actualmente existen trabajos en los que el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas en áreas estratégicas fue objeto de un análisis socio-técnico. Pueden citarse los análisis de caso del

avión Pulqui (Lalouf y Thomas, 2004; Lalouf, 2005), del Rastrojero y la moto Puma (Picabea, 2011, Picabea y Thomas, 2011 y 2015) y en referencia al desarrollo de tecnologías nuclear y aeroespacial entre 1970-2005 (Thomas, Versino y Lalouf, 2003 y 2006).

Por otro lado, en tanto en América latina el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas estuvo estrechamente vinculado a la intervención estatal en sectores considerados estratégicos por sus gobiernos, existen estudios dentro de la tradición de la Ciencia Política o del Análisis de Políticas, que enfatizan la importancia de los aspectos institucionales, ideológicos y geopolíticos involucrados en dichos procesos (Adler, 1987; Dagnino, 1988 y 1993; Dagnino y Velho, 1998; Solingen, 1996; Dagnino y Proença, 1998).

Este libro tiene por objetivo comunicar resultados de estudios recientes, así como invitar al debate y desplegar una agenda de investigaciones orientada a maximizar el potencial descriptivo-explicativo de la convergencia entre sociología de la tecnología y economía de la innovación en clave histórica. Esta innovación temática implicó la necesidad de desarrollar nuevos conceptos teóricos, formular estrategias metodológicas adecuadas, y producir conocimientos sobre material empírico que hasta entonces no había sido investigado.

Desde el Área de Tecnología y Desarrollo Productivo del PROESI de la UNLu se consolidó una trayectoria de investigación en estudios de economía política, historia económica y sociología de la tecnología, que impulsó la publicación del presente libro. En la actualidad, las actividades de investigación se enmarcan en proyectos con financiamiento de diferentes agencias y universidades nacionales.

Las investigaciones aquí presentadas dan cuenta de un conjunto de teorías fuertemente arraigadas y estabilizadas en el campo CTS como el abordaje socio-técnico, la economía de la innovación y la teoría del actor-red. La adopción de estos abordajes transdisciplinarios y relativistas como matriz conceptual articuladora de un proceso analítico, constituye una operación teórico-metodológica clave para captar la multidimensionalidad de los objetos de las investigaciones: las estrategias, políticas y acciones específicas basadas en tecnologías conocimiento-intensivas y su incidencia en la promoción de dinámicas de desarrollo.

Los casos de estudio

Este libro reúne un conjunto de investigaciones de base empírica cuyo criterio de agrupación fue la afinidad para construir inteligibilidad sobre procesos de innovación y desarrollo de bienes intensivos en conocimiento en escenarios periféricos. Los criterios de selección de cada caso fueron

que respondieran a interrogantes sobre empresas públicas y privadas de capital nacional, exportadoras de tecnología (al menos potencialmente), competitivas en el mercado local y regional, y con ventajas basadas en el uso de conocimientos científicos y tecnológicos. En todos los casos, ya sea que se trate de experiencias más o menos recientes, se trata de procesos ya concluidos, lo que permite cierta distancia analítica para su evaluación.

El libro se divide en tres secciones, cada una de ellas de dos capítulos. Si bien todos los trabajos analizan el desarrollo de tecnologías intensivas en conocimiento en el país, una organización temática permite abordar más adecuadamente los campos, las preguntas y los propósitos de cada uno. La primera sección reúne dos investigaciones que, si bien son muy diferentes, ponen el foco en la producción del complejo industrial de electrónica de consumo de Tierra del Fuego: Conectar-Igualdad y Mirgor. La segunda sección está guiada por el análisis de experiencias locales de la transición energética, especialmente el desarrollo de energías renovables: industria eólica de alta potencia y celdas fotovoltaicas para programas espaciales. Finalmente, la tercera sección se centra en el análisis de experiencias del sector nuclear: la producción de radioisótopos para uso médico y la fabricación de un reactor experimental.

A continuación, una breve consideración de los trabajos presentados:

1- ¿Qué ha faltado para que se produjera el milagro? Algunas consideraciones alrededor del Programa Conectar Igualdad. Desde los artefactos y hacia una infraestructura nacional de tecnología educativa

En este capítulo, Seijo, Calamari, Fidmay y Medina analizan la compleja trayectoria de un programa nacional orientado a reducir la brecha digital, educativa y por lo tanto social en Argentina. Guiada por el desarrollo de tecnologías intensivas en conocimiento, la investigación centra su foco especialmente en el diseño y fabricación local de *hardware* y otros componentes durante el período de apogeo del Programa Conectar Igualdad. A partir de la teoría del Actor Red de Callon (1981) y Latour (1987), se analiza la diversidad social y tecnológica que caracterizó a un programa que buscaba impulsar a un tiempo la inclusión digital, la educación, la producción de contenido, el acceso a la información, la sustitución de importaciones y el desarrollo de software de código abierto.

Un aspecto bien desarrollado en el trabajo es la mutación permanente del Conectar Igualdad a lo largo de su trayectoria. A partir de ciertos obstáculos (como la falta de conectividad en las escuelas), u oportunidades externas al propio programa (el impulso a la sustitución de importaciones), la política integraba nuevas dimensiones, lo que implicaba nuevos actores y marcos tecnológicos. Si

bien ello puede ser considerado de manera positiva, a su vez muestra una gran dispersión de objetivos que implicó, no sólo el aumento exponencial de los “costos” asociados al programa, sino también una mayor dificultad para evaluar el programa de forma integral.

Finalmente, en términos de economía e innovación, el trabajo pone de relieve un relativamente acelerado proceso de integración tecno-productiva puesto que demuestra que mientras en 2010 la totalidad de las computadoras entregadas por Estado Argentino a través del Programa Conectar Igualdad eran importadas en caja cerrada, para 2013, numerosos componentes eran de fabricación nacional: el 100% de las memorias, las placas sintonizadoras y las baterías de celdas se ensamblaron en localmente en Tierra del Fuego, mientras que los cables de alimentación eléctrica y los cargadores de batería eran fabricados en el país.

Aun con ciertos límites estructurales y modificaciones significativas durante el proceso, que afectaron el desempeño del programa, el trabajo concluye que en el caso del Programa Conectar Igualdad la política de sustitución de importaciones al amparo del poder de compra del Estado Nacional, que casi cuadruplicó la cantidad anual de computadoras entregadas, mostró un resultado positivo.

La investigación permite establecer algunos aprendizajes del programa. Con respecto a la idea de un programa 1:1 (un estudiante / una netbook) es pertinente repensar el carácter múltiple de la iniciativa, considerando el carácter heterogéneo de la escuela media. Ello implica asumir que no existe un usuario-tipo, lo que permitiría consolidar una tecnología conocimiento-intensiva que se parece más a una infraestructura tecnológica educativa nacional que a la mera acumulación de artefactos.

2- Capacidades tecnológicas del sector electrónica de consumo en Argentina: fabricación de respiradores en el marco del COVID-19

El trabajo presentado por Florencia Urcelay se destaca por su originalidad ya que analiza el desarrollo de tecnología intensivas en conocimiento durante la emergencia sanitaria del COVID-19 entre 2020 y 2021. Se describe como, en el contexto de mayores restricciones por el aislamiento preventivo (ASPO), se asociaron dos firmas argentinas para aumentar la producción de dispositivos de cuidados intensivos. El sector productivo en Argentina no permaneció ajeno a la crisis desatada por la pandemia en el año 2020 y llevó adelante proyectos de innovación para dar respuesta a problemas asociados a la emergencia sanitaria. Esta experiencia la protagonizaron Leistung (empresa mediana de Córdoba), especializada en la fabricación de respiradores, que se asoció con Mirgor (compañía radicada en Tierra del Fuego y dedicada a fabricar productos electrónicos de

consumo de línea blanca como televisores, celulares, acondicionadores de aire y equipos electrónicos y partes con alto valor agregado para la industria automotriz.

El objetivo de la investigación es analizar dos dimensiones asociadas al desarrollo de capacidades tecno-productivas. Por un lado, al recuperar las trayectorias de las firmas, se relevan las capacidades instaladas a nivel de diseño y desarrollo de productos electrónicos; por otro lado, el estudio del diseño de procesos para escalar la producción de bienes que ya se fabricaban.

El trabajo aprovecha para describir una evolución de los principales indicadores económicos durante la pandemia por COVID-19 y una descripción de las respuestas del sector manufacturero local a los desafíos impuesto por la crisis, además de las características principales del artefacto producido entre Leistung y Mirgor. En este capítulo se presentan algunas características de la firma cordobesa Leistung, especialmente el artefacto “respirador” y se explican algunas características del complejo electrónico de Tierra del Fuego destacando las características de Mirgor. El foco se centra en las capacidades tecnológicas dinámicas puestas en valor por la empresa fueguina evidenciando las relaciones establecidas entre diferentes actores del empresariado local.

Como principales aportes, el capítulo es concluyente respecto de que la fabricación en serie de los respiradores artificiales da cuenta de una capacidad madura de diseño de procesos y producción de algunas empresas argentinas, sobre todo en un contexto de aislamiento social y restricciones en el comercio internacional. De allí que las capacidades dinámicas de absorción y adaptación resultaran claves, ya que les permitieron a las compañías implementar estrategias para desplegarse en entornos cambiantes y explotar oportunidades, en este caso en el escenario de una crisis global. A su vez, el análisis de una empresa beneficiaria del régimen de promoción industrial de Tierra del Fuego permite revelar la complejidad de los procesos tecno-productivos que allí ocurren, las capacidades tecno-productivas instaladas, como así también las capacidades de vinculación desarrolladas a partir de las relaciones establecidas con marcas líderes a nivel mundial. Para la autora, esto resulta relevante porque permite poner en tensión las ideas corrientes sobre la baja dificultad existente en los procesos industriales de ensamblado.

En ese sentido, el trabajo también contribuye en el debate en torno al régimen promocional de Tierra del Fuego que suele girar alrededor de dos cuestiones fundamentales: 1- su peso en relación a las importaciones industriales totales y 2- las pérdidas fiscales generadas por las exenciones impositivas. De manera sorpresiva, la problematización de estos puntos no ha sido abordada de manera exhaustiva en el ámbito de académico. Esto contribuye a repensar tanto en el espacio político como en las ideas que alimentan el sentido común sobre la industria fueguina al considerarla una actividad ensambladora, deficitaria y de bajo contenido tecnológico. Si bien estos problemas deben ser analizados de manera más exhaustiva, el presente capítulo permite dar cuenta

de las capacidades tecnológicas que adquirieron las empresas de electrónica de consumo en la actualidad.

3- De la ilusión al desencanto. Trayectoria socio-técnica de la Industria eólica de alta potencia en Argentina (2005-2023)

El capítulo de Santiago Garrido y Emilia Ruggeri analiza la trayectoria socio-técnica de la industria eólica de alta potencia en Argentina entre 2005 y la actualidad. En este caso se pone el foco en el proceso de co-construcción de políticas públicas y dinámicas de desarrollo tecno-productivo, buscando nuevas reflexiones acerca de los procesos de transición energética en países como Argentina.

El trabajo propone que los desafíos que presenta la crisis climática global pueden ser una ventana de oportunidad para el desarrollo, por lo que la transición energética puede guiar un nuevo régimen socio-técnico basado en la sostenibilidad. Ello permitiría el diseño de una estrategia que genere dinámicas locales de innovación adecuadas a estilos tecnológicos del siglo XXI, la apertura de nuevas líneas de productos, de nuevas empresas productivas y de nuevas formas de organización de la producción. Puede favorecer la generación de nuevos sectores económicos, redes de proveedores y nuevas oportunidades de exportación.

Un aporte significativo de la investigación es el contraste de la transición energética entre países centrales y periféricos, especialmente la relación entre la necesidad de comenzar la transición cuánto antes y las oportunidades tecno-productivas que el proceso implica. En las naciones europeas se impulsó un proceso de transición agresivo en el que se combinó una serie de políticas orientadas al desarrollo de capacidades tecno-productivas para la fabricación de aerogeneradores, con una normativa fuerte que aceleraba la adopción de energías renovables. En Argentina el proceso fue diferente.

Las políticas orientadas al desarrollo de capacidades científico-tecnológicas y las normativas dirigidas a promover la penetración de las energías renovables en la matriz local operaron aisladas, dispersas e incluso de forma contradictoria en Argentina. En el caso concreto de la energía eólica de alta potencia, estas iniciativas se concentraron en los últimos veinte años en un ciclo que pasó por instancias de ilusión, euforia y desencanto en poco tiempo. De esta forma, el impulso para el desarrollo y fabricación de bienes complejos como los aerogeneradores, posicionó a algunas naciones europeas como proveedores de maquinaria y equipo, mientras que los países de la región se vuelven adoptantes y receptores, reproduciendo condiciones históricas de la división internacional del trabajo.

El capítulo propone la reconstrucción de la trayectoria de un sector estratégico e intensivo en conocimiento que puede resultar clave en la reconfiguración tanto de la matriz energética del país como de su desarrollo tecno-productivo. Para ello el análisis se centra en tres dimensiones: el impulso global de las energías renovables, la regulación local sobre el tema y el desarrollo institucional e innovativo del campo científico-tecnológico público argentino.

Un profundo análisis de los diferentes elementos sociales y tecnológicos involucrados en el proceso de transición energética en Argentina revela una temprana producción local con dispares resultados en las últimas décadas, enmarcado por un inestable interés del Estado que, si bien estimulaba la innovación a través de diferentes instrumentos, en general lo hacía de manera inestable y generalmente insuficiente como para establecer cambios decisivos a nivel sectorial.

El trabajo permite establecer, entre otros aportes, que existió una fuerte impronta de las estructuras globales de diseño, fabricación y comercialización de tecnologías intensivas en conocimiento frente a la falta de coordinación entre las políticas públicas orientadas a generar capacidades locales a nivel de nicho y la creación de una normativa eficiente para garantizar su adopción progresiva en la producción de energía eólica.

4- Generación de capacidades tecnológicas en una agencia estatal. Desarrollo de sensores y celdas fotovoltaicas en el Departamento de Energía solar de la CNEA

El trabajo de Yamila Cáceres aborda el desarrollo de componentes intensivos en conocimiento en el Departamento de Energía Solar de la Comisión Nacional de Energía Atómica. A partir del análisis de la experiencia de esta institución en el desarrollo de dispositivos para las misiones de satélites científicos en el país, se aborda especialmente la generación de capacidades tecnológicas específicas en el diseño y fabricación de componentes para el sector aeroespacial. En un nivel superior, el objetivo es la comprensión de hechos estilizados que permitan sumar experiencias modélicas que permitan generar dinámicas tecno-productivas similares, así como diseñar políticas públicas orientadas a la promoción del desarrollo sustentable. La investigación está guiada a dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Por qué la Comisión Nacional de Energía Atómica creó un departamento orientado a la investigación y desarrollo de la energía solar?, ¿Qué capacidades tenía el Departamento de Energía Solar que favorecieron su vinculación con la CONAE? ¿Cómo y qué capacidades se desarrollaron a partir de su inserción en los proyectos satelitales?

La trayectoria del artefacto inicia en la década de 1990, cuando el Departamento de Energía Solar de CNEA trabajaba en el diseño, elaboración y caracterización de celdas de silicio para el Departamento de Fuentes de Energías Renovables. En ese escenario, el gobierno nacional creó la

Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y sancionó el Plan Nacional “Argentina en el espacio 1995-2006” con el fin de estimular la investigación y el desarrollo local de componentes adecuados para su uso en el espacio exterior.

Una de las áreas en las que se destacó la agencia estatal fue en la fabricación de celdas solares encargadas de proveer de energía a los satélites. Esta actividad, orientada en sus inicios a cubrir la vacancia de componentes para proyectos específicos, en la actualidad implica la comercialización de sensores solares en el exterior. Un aspecto que se destaca en la experiencia es la colaboración de instituciones del complejo científico-tecnológico. Para el desarrollo de componentes el Departamento de Energía Solar recibió la colaboración, además de la ya mencionada CONAE, de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, de la empresa INVAP S.E. y de la División de Semiconductores del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA).

El trabajo analiza pormenorizadamente cada instancia del proceso de diseño y fabricación de las celdas solares para la conversión fotovoltaica con el objetivo de proveer de energía a satélites. Ello permite comprender la importancia de una acumulación previa de capacidades locales, propias de la CNEA, pero también de otros actores que confluyeron en una experiencia en particular y permitieron generar nuevas capacidades especializadas. La investigación pone de manifiesto la centralidad de la articulación de diferentes agencias científicas en el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas que permitan dinamizar la estructura tecno-productiva local y su potencial para exportar sus resultados a mercados internacionales.

5- El sistema de tecnología nuclear dual en Argentina. Análisis de la producción de radiofármacos con blancos de uranio de bajo enriquecimiento

El trabajo de Mariano Venturini y Guillermo Santos se propone analizar la construcción de funcionamiento de tecnologías duales como las del sector nuclear en Argentina a través del caso específico de la producción de radiofármacos. A partir de tres preguntas, el estudio organiza un texto complejo a nivel técnico, pero, justamente por ello, preciso y decisivo en sus conclusiones: ¿Cómo ha sido posible el desarrollo de una tecnología de alta complejidad? ¿Cómo ha logrado viabilidad tecno-productiva, político-institucional y económico-financiera? ¿Por qué es estratégico el posicionamiento de la Argentina como productora de tecnologías duales?

A través del análisis de un proceso altamente especializado y restringido a pocas naciones como lo es la fisión nuclear para la producción de fármacos, los autores reconstruyen la trayectoria socio-técnica de este proceso de co-construcción de tecnologías, normativas, ideologías, políticas

públicas y dinámicas de desarrollo productivo. Ello permite generar nuevas explicaciones acerca del funcionamiento/no funcionamiento de las políticas públicas orientadas a generar productos y procesos intensivos en conocimiento.

El capítulo se estructura en dos apartados. El primero se centra en explicar la complejidad de las tecnologías nucleares y por lo tanto la gran acumulación de capacidades científico-tecnológicas necesarias para diseñar y producir estos bienes intensivos en conocimiento. Se describe el carácter dual de estas tecnologías como aquellas que pueden ajustarse tanto a objetivos civiles (tecnoproductivos), como militares (para la defensa), y por lo tanto el estrecho control internacional al que está sometido todo el proceso de innovación y desarrollo de cualquier producto, aunque se trate de fármacos. El principal aporte de esta sección es la intrincada institucionalidad y acuerdos internacionales que regulan toda la actividad, especialmente los acuerdos de paz y de no proliferación de armamento nuclear que establecen de forma taxativa las condiciones y compromisos que algunas naciones como Argentina deben suscribir para poder involucrarse en el campo.

El segundo apartado se analiza específicamente la producción de radioisótopos de blancos de uranio de bajo enriquecimiento para la fabricación de medicamentos. La investigación inicia con los primeros pasos de la CNEA en la década de 1960 pero que da un vuelco significativo a partir de las décadas siguientes, a partir de una revolución tecnológica en el diagnóstico por imagen que vuelve a los radioisótopos un elemento central. En la fase final, el capítulo analiza como a finales del siglo XX y las primeras décadas del XXI Argentina, merced a la producción de INVAP SE, comienza a exportar a otros países estas tecnologías intensivas en conocimiento.

El trabajo concluye sobre la heterogeneidad de elementos sociales y tecnológicos que requiere un sistema de innovación para la producción de uranio, su disposición y salvaguarda necesarios para producir artefactos para medicina nuclear.

6- Dividir átomos en un país periférico. Análisis de la construcción del primer reactor nuclear de América Latina: el RA1

El objetivo de Juan Cristensen para este capítulo es analizar la construcción del reactor de investigación RA-1 en el año 1958, vinculado con la trayectoria de la CNEA desde su constitución hasta el momento de la inauguración del propio reactor. El trabajo pretende continuar la discusión en torno a las siguientes preguntas: ¿Por qué y con qué objetivos el Estado argentino promovió la construcción de reactores nucleares de investigación? ¿Cómo se construyó el funcionamiento para los desarrollos tecnológicos construidos en el país?

El trabajo combina un análisis más estructural en el que se analiza las relaciones y regulaciones internacionales, el modelo de acumulación de industrialización por sustitución de importaciones y las políticas públicas asociadas con la producción energética y al desarrollo nuclear. Por otro lado, se reconstruye la trayectoria socio-técnica del proceso de construcción del reactor para comprender las lógicas y sentidos vinculados con el RA-1 y el desarrollo científico-tecnológico y económico del país.

En el capítulo se articula la trayectoria del RA-1 en un escenario dominado por un conjunto de regulaciones a nivel mundial en el que las principales potencias desarrollaron sus propios reactores para la producción de energía a mediados del siglo XX, con un nivel local en el que se analiza la producción de tecnologías dentro del marco del modelo de acumulación entre 1950 y 1958. La investigación pone de relieve los aspectos centrales de la creación de la CNEA y las primeras ideas para fabricar un reactor nuclear experimental, los procesos de toma de decisión y las capacidades necesarias para su construcción.

Uno de los principales aportes del trabajo es la recuperación de los diferentes debates respecto de un sector de tecnologías duales que, visto desde los márgenes del poder mundial permite considerar las restricciones externas y la potencialidad interna; las agendas globales y, especialmente, las posibilidades para el desarrollo de tecnologías intensivas en conocimiento bajo estas condiciones en países como Argentina.

Bibliografía

- Adler, E. (1987): *The power of ideology. The quest for technological autonomy in Argentina and Brazil*, University of California Press, Berkeley. Claudio Bellini (2001 y 2006),
- Colman Sercovich, F. (1978), "Ingeniería de diseño y cambio técnico endógeno: un enfoque microeconómico basado en la experiencia de las industrias química y petroquímica argentinas," Series Históricas 9116, Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Colombano, L., Aguiar, D. (2020), *La interpretación primitiva del diseño en la fábrica argentina de helicópteros Cicaré S.A. (1956-2015)*, Ciencia y Poder Aéreo; Lugar: Bogotá, vol. 15 p. 122 – 142
- Bell, M. y Pavitt, K. (1995), "The Development of Technological Capabilities", en I.U. Haque (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, Washington, The World Bank, pp. 69-101.
- Dagnino, R. (1988). *La reorientación del desarrollo de América Latina y el impacto de las nuevas tecnologías*.
- Dagnino, R. (1993). *To the barracks or into the labs? Military programmes and Brazilian S&T policy*. *Science and Public Policy*, 20(6), 389-390.
- Dagnino, R. y Proença, D. (1998): "The Brazilian Arms Industry and Civil Military Relations", en Kaldor, M.; Albrecht, U. y Schmeder, G. (Eds.), *The End of Military Fordism*, Pinter/ The United Nations University, Londres y Washington.

- Dagnino, R., & Velho, L. (1998). University-industry-government relations on the periphery: the University of Campinas, Brazil. *Minerva*, 229-251.
- Garrido y Recalde (2022), Transición energética justa: una mirada desde América del Sur Transición energética en Sudamérica. Discusión conceptual, políticas públicas y experiencias locales. Lugar: Carapachay; Año: 2022; p. 15 - 64
- Katz, J. (1978). Cambio tecnológico, desarrollo económico y las relaciones intra y extra regionales de la América Latina [Monografía de trabajo N°30]. Banco Interamericano de Desarrollo; Comisión Económica para América Latina.
- Drewles, L. (2014), El sector espacial argentino: Instituciones referentes, proveedores y desafíos. Benavidez: ARSAT - Empresa Argentina de Soluciones Satelitales.
- Lalouf, A. y Thomas, H. (2004), Desarrollo Tecnológico en Países Periféricos a Partir de la Cooptación de Recursos Humanos Calificados. Aviones de Caza a Reacción en la Argentina. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, [S.l.], n. 35,
- Lalouf, A. (2005). Construcción y desconstrucción de un 'caza nacional'. Análisis socio-técnico de la experiencia de diseño y producción de los aviones Pulqui I y II (Argentina – 1946/1960). (Tesis de maestría inédita). Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires.
- López, Andrés Flavio; Pascuini, Paulo; Ramos, Adrián H.. (2017). Al infinito y más allá una exploración sobre la economía del espacio en Argentina. IIEP. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires.
- Quiroga M., Nevía V. y Lugones, M. (2022), Tecnologías tecnologizantes y políticas pendulares: continuidades y rupturas en los sectores nuclear, espacial y radar en Argentina (2003-2019), *REVISTA REDES*; Lugar: Bernal; Provincia de Buenos Aires; vol. 27 N° 52, p. 13 - 44
- Picabea y Cáceres, Y. (2023), Generación de capacidades en empresas tecnológicas del sector espacial argentino *CIENCIA, TECNOLOGÍA Y POLÍTICA*; Lugar: La Plata; Año: 2023 vol. 6 p. 1 - 12
- Picabea, F. y Thomas, H. (2015) Autonomía tecnológica y desarrollo económico. Historia del diseño y producción del Rastrojero y la Moto Puma. Ed. Atuel. Buenos Aires.
- Picabea, F (2010), Sustitución de importaciones y cambio en el modelo tecno-productivo en la Argentina peronista. Análisis socio-técnico del proyecto de producción automotriz local Apuntes. *Revista de Ciencias Sociales*; Lugar: LIMA; Año: 2010 p. 117 - 146
- Quiroga, M. (2018), Primeros desarrollos de tecnología radar en los principales beligerantes de la II Guerra Mundial. Un análisis desde la perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, UNER, VOI 29. N°57.
- Santos, Guillermo (2017), Alcances y restricciones de la producción pública de medicamentos en Argentina (2002-2015), *Anuario del Centro de Estudios Económicos de la Empresa y el Desarrollo*, Ed UBA-FCE, Centro de Estudios de la Empresa y el Desarrollo
- Seijo, G. y Blugerman, L. (2015), Historia de Dos Proyectos. Una Discusión Acerca del Proceso Decisorio de I+D en una Empresa de Biotecnología. *Revista Multiciencias*; Lugar: Punto Fijo, Estado Falcón, vol. 15 p. 428 - 437
- Seijo y Cantero (2013), ¿Como hacer un satélite espacial a partir de un reactor nuclear? Elogio de las tecnologías de investigación en INVAP. *REVISTA REDES*; Lugar: Bernal; Provincia de Buenos Aires; vol. 18 p. 13 - 44
- Solingen, E. (1996): *Industrial Policy, Technology, and International Bargaining. Designing Nuclear Industries in Argentina and Brazil*, Stanford University Press, Stanford
- Thomas, H.; Versino, M. y Lalouf, A. (2004): La producción de artefactos y conocimientos tecnológicos en contextos periféricos: resignificación de tecnologías, estilos y trayectorias socio-técnicas, en *V ESOCITE: La construcción de la tecnociencia en la Sociedad Latinoamericana Contemporánea*, CD, UAEM, Toluca.

Urcelay, F. y Picabea, F. (2018), Diseño y producción de aeronaves en la Argentina. El Instituto Aerotécnico de Córdoba (1943-1956), Tercer Congreso Argentino de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (CAESCyT), Mar del Plata.