



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo

ARGENTINA
PRODUCTIVA
2030

MISIÓN

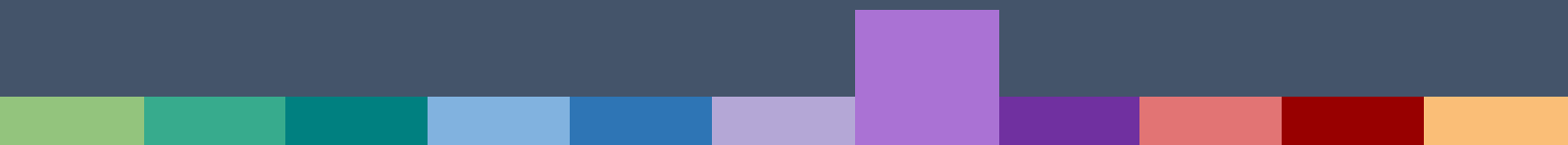
7

Profundizar el avance de la digitalización escalando la estructura productiva y empresarial nacional

Argentina Productiva 2030

Plan para el Desarrollo
Productivo, Industrial
y Tecnológico

Marzo 2023



MISIÓN
7

Profundizar el avance de la digitalización escalando la estructura productiva y empresarial nacional

Documento de Trabajo Argentina Productiva 2030

Cita sugerida: Argentina Productiva 2030 (2023). Misión 7. Profundizar el avance de la digitalización escalando la estructura productiva y empresarial nacional. Plan para el Desarrollo Productivo, Industrial y Tecnológico - Ministerio de Economía de la Nación.

Equipo de trabajo

Coordinador general: Dr. Daniel Schteingart

Coordinadores de esta Misión: Dr. Manuel Gonzalo y Dra. Carina Borrastero

Especialistas sectoriales: Dr. Leandro González, Dr. Hernán Morero, Lic. Paulo Pascuini

Analistas: Lic. Lara Miño Baldovino, Lic. Gonzalo Brizuela, Dr. Ignacio Carciofi, Lic. Nicole Maspi, Lic. Mayra Ponce, Lic. Juan José Rodríguez

Corrección y diagramación: Juliana Adamow, María Laura Lafit, Natalia Rodríguez Simón

Autoridades

Presidente de la Nación

Dr. Alberto Fernández

Ministro de Economía

Dr. Sergio Tomás Massa

Secretario de Industria y Desarrollo Productivo

Dr. José Ignacio de Mendiguren

Coordinador del Plan Argentina Productiva 2030

Dr. Daniel Schteingart

Acerca del Plan

Argentina Productiva 2030

Argentina Productiva 2030. Plan para el Desarrollo Productivo, Industrial y Tecnológico (de ahora en más “Plan Argentina Productiva 2030”) procura transformar el entramado productivo del país con vistas a mejorar los indicadores sociales, económicos y ambientales. Propone como metas generales a 2030 la reducción de la pobreza a la mitad, la disminución de la indigencia en un 70%, la baja del desempleo al 5%, la creación de más de 3,5 millones de puestos de trabajo registrados en el sector privado y de más de 100.000 nuevas empresas, la disminución de las tres grandes desigualdades que tiene el país (las territoriales, las de ingresos y las de género) y también la reducción del impacto ambiental de las actividades productivas.

Para lograr tales grandes metas, el Plan Argentina Productiva 2030 está organizado en 11 misiones productivas. El concepto de “misiones” refiere a que la resolución de diferentes problemáticas (no necesariamente económicas, sino también sociales y ambientales, como el cambio climático, el acceso a la salud, la defensa nacional, las brechas digitales, etc.) puede ser una oportunidad también para la creación de capacidades tecnológicas y la transformación virtuosa de la matriz productiva, para lo cual es necesario el trabajo coordinado entre sector público y privado y entre diferentes sectores productivos.

Las 11 misiones del Plan Argentina Productiva 2030 son:

- 1 Duplicar las exportaciones** para volver macroeconómicamente sostenibles las mejoras sociales y económicas.
- 2** Desarrollar la economía verde para una **transición ambiental justa**.
- 3** Producir más bienes y servicios ligados a la salud para garantizar la **seguridad sanitaria**.
- 4** Impulsar la **movilidad del futuro** con productos y tecnologías nacionales.
- 5** Robustecer la **defensa y la seguridad** a partir de desarrollos nacionales de alta tecnología.
- 6** Adaptar la producción de **alimentos** a los **desafíos del siglo XXI**.
- 7** Profundizar el avance de la **digitalización** escalando la estructura productiva y empresarial nacional.
- 8** Desarrollar el **potencial minero argentino** con un estricto cuidado del ambiente.
- 9 Modernizar** y crear **empleos de calidad** en los **sectores industriales tradicionales**.
- 10** Crear **encadenamientos productivos a partir del sector primario** para generar más trabajo y más desarrollo.
- 11** Potenciar la **actividad turística** para el desarrollo territorial sustentable a partir de la gran biodiversidad local.

Si bien las misiones fueron trabajadas por distintos equipos técnicos, todas tienen una estructura común, a saber:

- Todas se subdividen en ejes temáticos o proyectos. En varias de las misiones, estos proyectos coinciden con el impulso a un determinado sector productivo clave para el éxito de la misión. En otras, los proyectos coinciden con grandes bloques de política pública -no directamente sectoriales- necesarios para llevar adelante la misión.
- Todas las misiones comparten: sectores clave involucrados; diagnóstico cuali y cuantitativo de la problemática a nivel global y local; lineamientos de política pública para abordar las principales problemáticas detectadas, y metas a 2030. Para esto último se realizó un gran esfuerzo de sistematización de líneas de base en distintas variables de interés (producción, empleo, informalidad, pobreza, estándares ambientales, género, comercio exterior, etc.).

El presente trabajo forma parte de una serie de 12 de documentos. 11 de ellos detallan el contenido de cada una de las misiones del Plan, en tanto que la colección se completa con un Documento Integrador en el cual se sistematizan en un único trabajo y en una mirada holística los puntos centrales de cada una de las misiones.



Pueden consultarse los documentos aquí:

Documento integrador del Plan Argentina Productiva 2030

Misión 1 (Duplicación de exportaciones)

Misión 2 (Transición ambiental justa)

Misión 3 (Seguridad sanitaria)

Misión 4 (Movilidad del futuro)

Misión 5 (Industrias para defensa y seguridad)

Misión 6 (Alimentos del siglo XXI)

Misión 7 (Digitalización)

Misión 8 (Minería)

Misión 9 (Sectores industriales tradicionales)

Misión 10 (Encadenamientos en base al sector primario)

Misión 11 (Turismo sostenible)



Índice

INTRODUCCIÓN.....	7
ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO: QUÉ MIRA Y DÓNDE INVIERTE EL SECTOR PRIVADO Y REFERENCIAS INTERNACIONALES PARA LA INTERVENCIÓN ESTATAL	10
La economía del conocimiento y los sectores comprendidos en la Misión	11
¿Qué mira y dónde invierte el sector privado a nivel global?.....	30
La intervención estatal: referencias internacionales	35
Hacia una misión digital: profundizar el avance de la digitalización escalando la estructura productiva y empresarial nacional	55
PROYECTO 1. DESARROLLAR EL COMPLEJO DE SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS PARA LA INDUSTRIA, LOS RECURSOS NATURALES Y LA EXPORTACIÓN.....	60
PROYECTO 2. PROMOVER A ARGENTINA COMO CENTRO REGIONAL DE PRODUCCIÓN AUDIOVISUAL.....	116
PROYECTO 3. DESPLEGAR EL POTENCIAL DE LA PRODUCCIÓN 4.0 EN EL TERRITORIO ARGENTINO.....	163
PROYECTO 4. INCREMENTAR EL ENRAIZAMIENTO DE LA INDUSTRIA SATELITAL EN EL APARATO PRODUCTIVO NACIONAL.....	210
METAS A 2030	258
ANEXOS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	262

INTRODUCCIÓN

Fundamentos de la Misión

El paradigma tecnoeconómico de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC) (a los fines expositivos y de aquí en adelante, la “digitalización”) emerge a principios de la década de 1970 a partir de la introducción del microprocesador en Estados Unidos, y continúa difundiendo y evolucionando en los distintos países del mundo hasta nuestros días (Freeman y Louçã, 2001; Pérez, 2010; Gonzalo, 2021). En su fase actual, en el ámbito industrial, sobresale la irrupción y adopción de las denominadas “tecnologías 4.0”, noción que refiere a la incorporación en la producción de tecnologías digitales tales como internet de las cosas, robótica, *big data* y *data mining*, computación en la nube, inteligencia artificial, impresión 3D, realidad virtual y realidad aumentada, entre otras (Brixner *et al.*, 2020; McKinsey, 2017; Motta *et al.*, 2019). La relevancia de la digitalización se evidenció con contundencia ante los ojos de la sociedad durante la pandemia de COVID-19, que propició el avance de diferentes tipos de software, plataformas y dispositivos audiovisuales que facilitaron aún más el trabajo remoto, la comunicación entre empresas, países, personas y objetos, el entretenimiento en el ámbito de los hogares, y otras necesidades reforzadas por las restricciones a la movilidad. Las inversiones de capital de riesgo en ciberseguridad y plataformas digitales, por ejemplo, alcanzaron niveles récord durante dicho periodo (Gonzalo *et al.*, 2022a; The Economist, 2021).

La penetración y el desarrollo de las infraestructuras y sistemas tecnológicos digitales impactan de manera transversal sobre prácticamente todos los sectores de la economía. La digitalización ha transformado los modelos de negocios en un abanico de segmentos que pueden ir desde la movilidad urbana a la industria de la construcción. En estrecha conexión con los elementos infraestructurales y sistemas tecnológicos transversales, el avance de la digitalización específicamente en el ámbito productivo y empresarial permite el desarrollo de algunos sectores claves como el software y los servicios informáticos, el audiovisual, la industria 4.0, y se conecta y refuerza con otros sectores como el satelital o el de telecomunicaciones, que proveen datos que circulan, se procesan, almacenan y comercializan a través de los sistemas digitales. Es por esto que, en pleno siglo XXI, la digitalización puede ser considerada como “madre de industrias”.

Argentina ha desarrollado diferentes atributos y capacidades en relación con las actividades productivas vinculadas a la digitalización, que destacan a nivel latinoamericano y global:

- Es uno de los principales exportadores de servicios basados en el conocimiento (SBC) de América Latina.
- Cuenta con empresas y emprendedores que han logrado crecer de manera sostenida, internacionalizarse y convertirse en jugadores globales.
- La mano de obra del país tiene un nivel de calificación y dominio del idioma inglés superior a la media latinoamericana.
- Las principales ciudades de Argentina destacan por su nivel de apertura y atractivo cultural, lo que es bien valorado por los inversores y empresas del exterior.

- Existen instituciones públicas y sectoriales vinculadas a la digitalización que tienen una trayectoria importante y buena penetración entre los actores empresariales.
- El sistema universitario tiene un alcance federal y masivo, lo cual permite pensar estrategias agresivas de formación.
- La Ley de Economía del Conocimiento, aún perfectible, cuenta con un recorrido importante y buena aceptación entre los actores del sector.
- Existen empresas públicas relevantes en materia de telecomunicaciones e industria espacial a partir de las cuales es viable escalar infraestructura, políticas y cadenas productivas.
- El país cuenta con reconocimientos explícitos a nivel internacional hacia actores y empresas del sector espacial, audiovisual, del software, entre otros.
- Se ha desarrollado una estructura industrial que se enfrenta al desafío de la digitalización, lo cual la convierte en una fuente de demanda de tecnologías de ese tipo.

Existen también una serie de desafíos importantes, a saber:

- Se debe avanzar en la formación de más ingenieros/as, programadores/as y otros perfiles calificados relativos a la economía del conocimiento.
- Aún resta un largo camino para descentralizar la creación de empresas, capacidades y políticas específicas en territorios por fuera del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), región que hoy concentra largamente más de la mitad del empleo y las empresas del sector;
- Pese a existir capacidades científicas y tecnológicas de magnitud en diferentes instituciones públicas, aún deben reforzarse y profundizarse los vínculos entre el sector productivo y empresarial y las instituciones públicas.
- Existen zonas del país en donde la calidad de la infraestructura digital debe ser mejorada;
- La complejidad macroeconómica argentina y sus derivaciones en materia de control de cambios y divisas, incertidumbre y reducido espacio fiscal no siempre acompañan las capacidades y logros alcanzados en el nivel micro- y mesoeconómico.
- Si bien se cuenta con una estructura empresarial variada y dinámica, aún deben consolidarse empresas de porte tanto a nivel latinoamericano como global, que puedan hacer más visibles las capacidades argentinas y abrir puertas a otros jugadores nacionales.
- A pesar de que la economía del conocimiento se posiciona de mejor forma que otros sectores en materia de inclusión por género y edad, es posible avanzar más en términos de feminización de la fuerza laboral, empleo joven y distribución regional del empleo.

Estructura de la Misión

El Plan Argentina Productiva 2030 se propone adoptar y adaptar el abordaje de políticas por misiones. En términos generales, el abordaje de políticas por misiones permite sobrepasar los límites de las políticas sectoriales y/o que apuntan al nivel de la firma, para enfocarse en objetivos productivos y sociales de manera más amplia, eminentemente colectivos (Mazzucato, 2014, 2017, 2018; Gonzalo, 2020). Dentro de este marco de intervención, sin desconocer los elementos infraestructurales y sistemas tecnológicos claves propios de la digitalización, esta

Misión se concentra en destacar y analizar elementos que permiten profundizar el avance de la digitalización escalando la estructura productiva y empresarial nacional a través del desarrollo de una serie de ejes/sectores claves: 1) el software y los servicios informáticos, 2) el complejo audiovisual, 3) la industria 4.0 y 4) la industria satelital. Se trata, así, de ámbitos en los cuales Argentina cuenta con recursos, capacidades y oportunidades a ser escaladas.

De este modo, la Misión se desagrega en cuatro proyectos, que se ligan con los cuatro ejes/sectores antes mencionados.

Proyecto 1	Desarrollar el complejo de software y servicios informáticos para la industria, los recursos naturales y la exportación.
Proyecto 2	Promover a Argentina como centro regional de producción audiovisual.
Proyecto 3	Desplegar el potencial de la producción 4.0 en el territorio argentino.
Proyecto 4	Incrementar el enraizamiento de la industria satelital en el aparato productivo nacional.

Cada uno de los proyectos comparte un diagnóstico de la situación a nivel tanto global como local, un relevamiento de las políticas internacionales y nacionales ligadas a cada uno de ellos, lineamientos de política y determinadas metas cuantitativas a 2030.

Estructura del documento

Este documento se estructura en seis capítulos además de esta introducción. El capítulo 1 contextualiza en términos generales la Misión, al abordar tres dimensiones relevantes: a) el sistema de incentivos en Argentina (sistematizando los rasgos centrales de la Ley de Economía del Conocimiento y las principales iniciativas lanzadas por el Ministerio de Desarrollo Productivo entre 2019 y 2022 –actualmente absorbido en el Ministerio de Economía–); b) un dimensionamiento cuantitativo del universo digital argentino, haciendo foco en los cuatro ejes/sectores que forman parte de los cuatro proyectos que se trabajarán en los capítulos posteriores, y c) el contexto global, en donde: i) por un lado se analizan las principales tendencias tecnológicas e inversiones de la industria de capital de riesgo que ayudan a comprender qué está observando y dónde está invirtiendo el sector privado a nivel global, ii) por el otro, se exponen diferentes casos de planificación en materia de políticas para la digitalización en diferentes países del mundo y se extraen una serie de aprendizajes para Argentina. Se concluye dicho capítulo introduciendo el marco referencial de misiones y su adaptación a la Misión de digitalización del Plan Argentina Productiva 2030.

Los siguientes cuatro capítulos se centran en cada uno de los cuatro sectores abordados en los proyectos en los que se divide la Misión: 1) el software y los servicios informáticos, 2) el complejo audiovisual, 3) la industria 4.0 y 4) la industria satelital. Por último, se presentan las metas cuantitativas de la Misión a 2030.

ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO: QUÉ MIRA Y DÓNDE INVIERTE EL SECTOR PRIVADO Y REFERENCIAS INTERNACIONALES PARA LA INTERVENCIÓN ESTATAL



La economía del conocimiento y los sectores comprendidos en la Misión

La Ley de Economía del Conocimiento y las principales iniciativas de política

El sendero de expansión de los sectores vinculados a la presente Misión se desarrolló bajo un marco regulatorio que tiene como objetivo central la promoción de las actividades basadas en conocimiento. En términos evolutivos, en 2004 se sancionó la ley de promoción de la industria del software, que fue prorrogada en 2014. A su vencimiento definitivo en 2019, fue reemplazada por el Régimen de Promoción de la Economía del Conocimiento (RPEC) enmarcado en la Ley de Economía del Conocimiento N°27.506 (en adelante, LEC). La LEC tiene como fin la creación, diseño, desarrollo, producción, implementación y adaptación de productos y servicios y su documentación técnica asociada, tanto en su aspecto básico como aplicado, incluyendo el que se elabore para ser incorporado a procesadores y/u otros dispositivos tecnológicos. La nueva ley dio continuidad a la normativa anterior e incorporó numerosas industrias, como la producción y posproducción audiovisual, biotecnología, bioeconomía, biología, bioquímica, microbiología, bioinformática, biología molecular y nanotecnología, entre otras. Las empresas beneficiarias de la anterior ley de promoción del software pasaron a estar comprendidas en el RPEC, con lo cual hubo continuidad en la percepción de los beneficios promocionales.

La Ley N°27.506 fue modificada por la Ley 27.570 en octubre de 2020. En ella se incorporaron aspectos vinculados al federalismo, la perspectiva de género¹ y la accesibilidad y agilidad para el ingreso de las micro, pequeñas y medianas empresas. Su objetivo fue promover la incorporación, aplicación y adopción intensiva de conocimientos derivados de los avances de la ciencia y de la tecnología, así como la incorporación de recursos altamente calificados a las actividades productivas, en pos de la mejora y perfeccionamiento de la producción de bienes y servicios. Entre los principales beneficios económicos del régimen se destacan: la reducción en el monto total del impuesto a las ganancias en un rango entre el 20% y el 60% según el tamaño de empresa y el fomento a la contratación de recursos humanos a través de bonos fiscales por el 70% u 80% de las cargas sociales de los/as empleados/as.

Adicionalmente, el decreto 1034/2020 que reglamenta la Ley 27.506, estableció que a partir del año 2021 aquellas empresas inscriptas en el RPEC no pagarían derechos de exportación. A su vez, a partir del 1 de enero de 2022, se dispuso la eliminación de los derechos a la

¹ La Ley es pionera en la incorporación de beneficios diferenciales a las empresas que tomaran empleadas mujeres, personas travestís, transexuales y transgénero.

exportación de servicios, sea que las empresas estén o no inscriptas en el RPEC.² Los impactos esperados por la LEC son: el incremento de las exportaciones, la generación de empleo de calidad y la mejora del acceso al mercado formal laboral para grupos vulnerables, el incremento de la productividad de la economía, el aumento en la inversión privada en I+D, la promoción de sinergias público-privadas para desarrollos tecnológicos y capacitación, el fomento de las inversiones privadas, entre otros.

Además de los instrumentos específicos de la LEC, existen programas generados en el ámbito de la actual Secretaría de Economía del Conocimiento (que entre 2019 y agosto de 2022 tuvo rango de subsecretaría y formó parte del ex Ministerio de Desarrollo Productivo), que complementan el cuadro de incentivos comprendidos en la economía del conocimiento y que impactan sobre esta Misión. Estas iniciativas pueden ser englobadas en tres áreas centrales: 1) Formación y retención de talentos, 2) Financiamiento productivo y 3) Capacidades e información (ver cuadro 1).

CUADRO 1. POLÍTICAS IMPLEMENTADAS ENTRE 2019-2022 POR LA SSEC SEGÚN ÁREA QUE APUNTAN A FORTALECER

Formación y retención de talentos	Financiamiento productivo	Entorno y asociatividad
Argentina Programa Programa Capacitación 4.0 y Economía del Conocimiento para Gobiernos Subnacionales Cursos virtuales y Hackatones de innovación abierta	Régimen de Promoción de la Economía del Conocimiento y Programa Fortalecer Soluciona Potenciar Economía del Conocimiento Financiar capital de trabajo para empresas del Programa Soluciona y del Régimen de Promoción de la Biotecnología Moderna	Nodos de economía del conocimiento Producción Colaborativa de Economía del Conocimiento

A continuación, se describen las principales iniciativas de política y algunos de sus principales impactos, siguiendo la clasificación del cuadro. La información proviene de la SSEC y la base de datos abiertos del Ministerio de Economía.

1. Formación y retención de talentos

Argentina Programa. La existencia de una demanda de empleo insatisfecha en el sector del software debido a una oferta insuficiente de aspirantes con conocimientos básicos de programación motivó la realización de acciones específicas de capacitación. Argentina

² El decreto 1201/2018 estableció el derecho de exportación equivalente a una alícuota de 12% a las prestaciones de servicios producidas en el país y consumidas en el exterior. El decreto 99/2019 redujo dicha alícuota al 5% hasta el 31 de diciembre de 2021.

Programa fue creado en 2021³ con el objetivo de desarrollar programas de capacitación para facilitar la incorporación de recursos humanos en la industria del software y sectores afines. El programa contribuye indirectamente a la creación de empleo, el desarrollo de la industria y el incremento de las exportaciones del sector. La capacitación es gratuita, está basada en los lenguajes de programación más utilizados por las empresas, se realiza en dos etapas y cuenta con una certificación conjunta del Ministerio a cargo (en su momento el de Desarrollo Productivo) y la Cámara Argentina de la Industria de Software (CESSI), con una certificación adicional del INTI. A su vez, quienes se encuentran cursando la segunda etapa pueden acceder a la Tarjeta Argentina Programa⁴ para financiar la compra de una computadora, gastos de conectividad o transporte. También pueden acceder a un curso de inglés para desarrollo de software. Recientemente, la Secretaría de Economía del Conocimiento del Ministerio de Economía lanzó Argentina Programa 4.0, apuntando a alcanzar las 70.000 personas capacitadas. Esta etapa del programa procura ampliar la oferta académica, con más de 100 cursos que se incorporarán gradualmente a la plataforma, enmarcados en tres perfiles: programación (Java, Python, PHP y videojuegos), *testing* y habilidades digitales básicas. Para ello, se amplió el listado de unidades académicas participantes, incluyendo 32 universidades públicas y 8 institutos privados de formación.

Programa Capacitación 4.0 y Economía del Conocimiento para Gobiernos Subnacionales. El programa⁵ tiene como objetivo fortalecer las economías locales mediante la asistencia financiera a las administraciones subnacionales para el desarrollo de capacitaciones y actividades de formación vinculadas a la economía del conocimiento (EC) que se ajusten a las demandas del territorio. Sus beneficios constan de un ANR de hasta \$1.000.000 para proyectos de capacitación y actividades de formación vinculadas a la EC. Las propuestas son presentadas a través de los gobiernos locales, en conjunto con entidades productivas o educativas. Para 2021 existían 229 proyectos presentados, y las 5 provincias con mayor cantidad de proyectos aprobados centralizaban el 57% del total: un 22% corresponde a Buenos Aires; 11% a Córdoba; 8% cada una a Mendoza y Santa Fe; y un 7% a Misiones. Más de dos tercios de los proyectos aprobados corresponden al sector de SSI, seguido en importancia por proyectos vinculados a la industria 4.0, aunque en una proporción mucho menor. Un caso ejemplificador es el de Punilla Valley, donde se crearon *hubs* 4.0 en los municipios de Huerta Grande y San Esteban, en los cuales se brinda formación gratuita en oficios digitales y vinculación con el mercado laboral.

Iniciativas en Innovación Abierta. Los cursos virtuales de innovación abierta se destinan a formar capacidades para implementar procesos de transformación digital, generar soluciones participativas, catalizar las energías creativas de la sociedad con relación a problemáticas

³ Resolución de la Secretaría de Industria, Economía del Conocimiento y Gestión Comercial Externa N° 208.

⁴ Resolución Conjunta 1/2021 de la Secretaría de Industria, Economía del Conocimiento y Gestión Comercial Externa y la Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y los Emprendedores

⁵ Creado mediante la Resolución N°115/2020 de la Secretaría de Industria, Economía del Conocimiento y Gestión Comercial Externa.

comunes y fomentar la colaboración activa en las organizaciones. En tanto, los hackatones⁶ pretenden aportar soluciones creativas a diferentes problemáticas regionales y sectoriales facilitando la identificación y el involucramiento del talento local, estimulando la creatividad y la aplicación de conocimientos, y promoviendo el vínculo entre los diferentes actores de los ecosistemas de innovación. Junto a hackatones orientadas a problemáticas regionales y de género, se desarrolló la Hackatón Argentina Programa con dos desafíos: soluciones para el medio ambiente, nuevas tecnologías para la educación y seguridad alimentaria.

2. Financiamiento productivo

Programa Fortalecer Economía del Conocimiento. Fue creado con el objetivo de brindar asistencia financiera a mipymes (medianas empresas sólo del tramo I), para mejorar sus posibilidades de acceso al Régimen de Promoción de la Economía del Conocimiento, tras constatar que tan sólo el 10% del total de las empresas habían recibido el 50% de los incentivos fiscales del Estado, y de esas, el 81% estaban ubicadas en la región del AMBA. El programa tiene como objetivo financiar proyectos enmarcados en el RPEC que requieran apoyo y asistencia financiera para poder ingresar en el registro. Los destinatarios de los recursos debían ser mipymes y la evaluación de los postulantes se realizó teniendo en cuenta el impacto en las economías regionales, la inclusión laboral de mujeres y otros colectivos y la contribución para el acceso al RPEC.

Solucionaria. El Programa *Solucionaria. Reactivación de la Economía Del Conocimiento*⁷ se creó en 2020 con el objetivo de brindar asistencia financiera a personas jurídicas para favorecer la reactivación económica del país mediante el desarrollo y/o la implementación de soluciones, productos y/o servicios innovadores generadas por los sectores de la economía del conocimiento que atiendan a las problemáticas sanitarias, económicas y productivas generadas por el COVID-19. Los beneficiarios son empresas e instituciones de ciencia, tecnología e innovación que pertenezcan a las siguientes categorías: a) sector de la economía del conocimiento con posibilidad de desarrollar e implementar soluciones tecnológicas e innovadoras y b) sectores tradicionales que presenten proyectos para incorporar nuevas tecnologías y/o actividades de la economía del conocimiento que permitan el desarrollo de soluciones, productos y/o servicios mejorados o nuevos que favorezcan la reactivación económica. El beneficio consta de un ANR de hasta \$15 millones destinados a financiar activos fijos, intangibles y capital de trabajo, entre otros conceptos. Luego se lanzó el ANR Verde para proyectos enfocados en la sostenibilidad a partir del uso y aplicación de las actividades de la economía del conocimiento.

Potenciar Economía del Conocimiento - Convocatoria Satelital y Aeroespacial. El objetivo del programa Potenciar Economía del Conocimiento es fortalecer a sectores estratégicos,

⁶ Un hackatón es un encuentro de programadores en el que se busca, a través de su trabajo colaborativo, dar una respuesta a un desafío o problema.

⁷ Creado mediante la Resolución del Ministerio de Desarrollo Productivo N° 327/2020.

brindando financiamiento a los proyectos basados en actividades de Economía del Conocimiento que en su ejecución promuevan, tanto para los mercados interno y externo, la creación de nuevos prototipos, productos y/o servicios, así como la modificación de procesos productivos y/o logísticos y la generación de plataformas tecnológicas, entre otras finalidades. Dentro del programa se lanzó una convocatoria específica Satelital y Aeroespacial, orientada a fortalecer esta industria conformada por empresas públicas, privadas y centros de investigación. A septiembre 2022 se encuentra en evaluación la convocatoria dirigida al sector de videojuegos.

Financiar capital de trabajo para empresas del Programa Soluciona y del Régimen de Promoción de la Biotecnología Moderna. Consta de un crédito a tasa subsidiada mediante acuerdo con el Banco Credicoop para proyectos que hayan rendido satisfactoriamente los ANR SOLUCIONA y/o proyectos en el marco del Régimen de Promoción de la Biotecnología Moderna. Estos créditos son hasta \$25 millones para financiar capital de trabajo.

3. Entorno y asociatividad

Nodos de Economía del Conocimiento. El objetivo es promover la conformación y consolidación de agrupamientos de empresas e instituciones dedicadas a la producción de bienes y servicios de la economía del conocimiento que dinamicen, diversifiquen y fortalezcan las economías regionales de acuerdo al espíritu de Ley N° 27.506 y su modificatoria.⁸ Los proyectos financiados se orientan a equipar centros de formación y servicios tecnológicos que resuelvan las necesidades de las empresas dedicadas a las actividades promovidas, proporcionar asistencia técnica a los *clusters* tecnológicos para internacionalizarse, adoptar perfiles de especialización productiva, o incorporar mejoras en calidad, desarrollar productos y servicios que eleven la competitividad de las economías regionales, o elaborar planes estratégicos para el desarrollo local de la economía del conocimiento.

Producción Colaborativa de Economía del Conocimiento. Brinda asistencia económica a empresas e instituciones que desarrollen e implementen, de manera conjunta y colaborativa, proyectos innovadores que impulsen la actividad productiva y la reconversión industrial. Cada proyecto debe incluir dos o más participantes con al menos dos actividades diferenciadas de la economía del conocimiento, en un trabajo cooperativo que promueva la innovación abierta. Sus beneficiarios podrán ser empresas públicas, privadas y mixtas, como universidades, institutos tecnológicos, cámaras empresariales y otras instituciones públicas.

El universo de actividades productivas abarcadas por la Ley de Economía del Conocimiento

La llamada “economía del conocimiento” es una categoría compleja de medir y para la que las metodologías de medición no son homogéneas a nivel mundial. No obstante, antes de

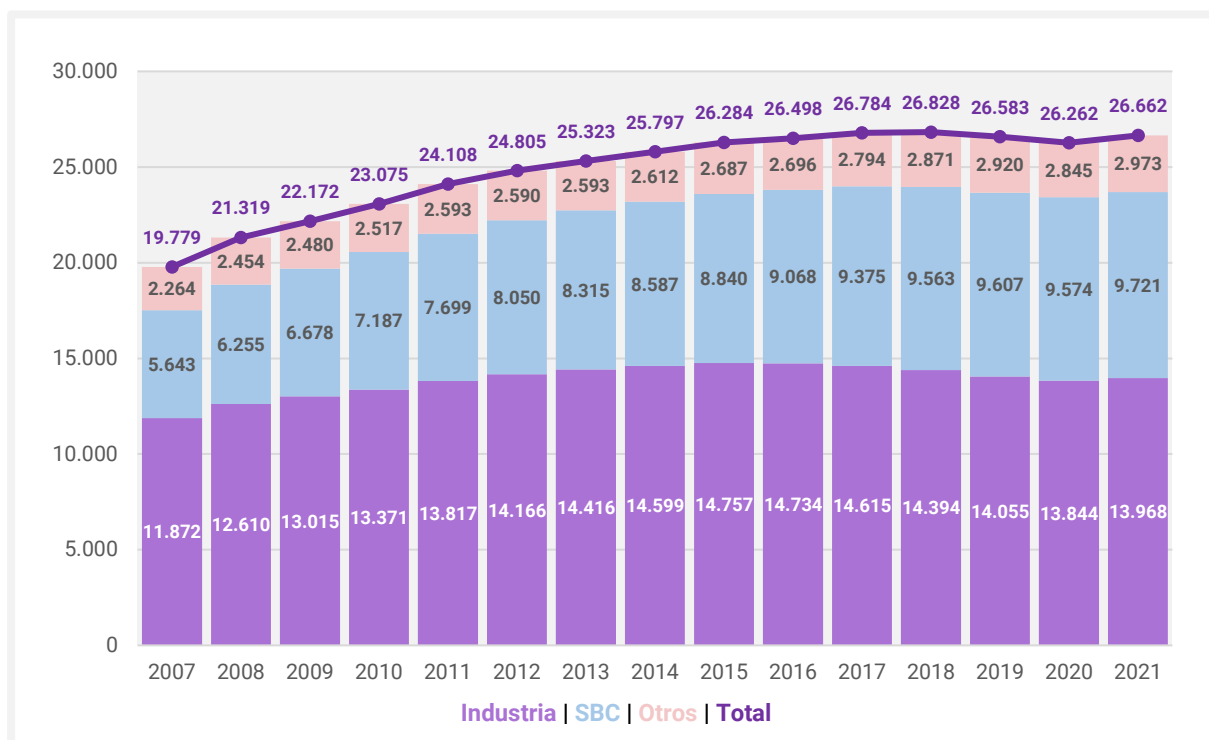
⁸ Fue creado mediante la Resolución SIECYGCE 441/2021 del 20/7/2021

profundizar en algunas dimensiones cuantitativas de los sectores abordados en esta Misión, vale la pena hacer una aproximación al universo *potencial* de la economía del conocimiento (no se trata del universo *efectivo* dado que las empresas de dichas ramas no ingresan automáticamente en la LEC, para lo cual deben acreditar inversiones en I+D que se asocian a proyectos cuyos resultados ya están en el mercado).

El universo de actividades comprendidas por la LEC son 141 ramas de actividad económica a 6 dígitos, de las cuales en algunas de ellas (principalmente, ciertos servicios profesionales y empresariales) solo son elegibles empresas con una orientación exportadora predominante. Vale tener en cuenta que dentro de dichas 141 ramas hay algunas de base primaria (principalmente, servicios asociados a actividades primarias), industrial y de servicios.

En 2021 las ramas elegibles para la LEC albergaron 26.662 firmas (aproximadamente el 5% del total de la economía), de las cuales poco más de la mitad corresponden a ramas industriales (13.968), 9.721 a servicios basados en el conocimiento (en adelante, SBC) (entre los que se incluyen los informáticos, audiovisuales, de I+D, de apoyo al agro y una diversidad de servicios profesionales de exportación, entre otros), y 2.973 a otras actividades (fundamentalmente ligadas a la construcción o servicios de apoyo a actividades extractivas). Entre 2007 y 2021 se crearon casi 7.000 empresas en el universo potencial de la LEC, aunque con una desaceleración a lo largo del tiempo. Producto de la crisis de 2018-2020, en que se perdieron empresas elegibles a la LEC, en 2021 hubo 166 firmas menos que en 2018.

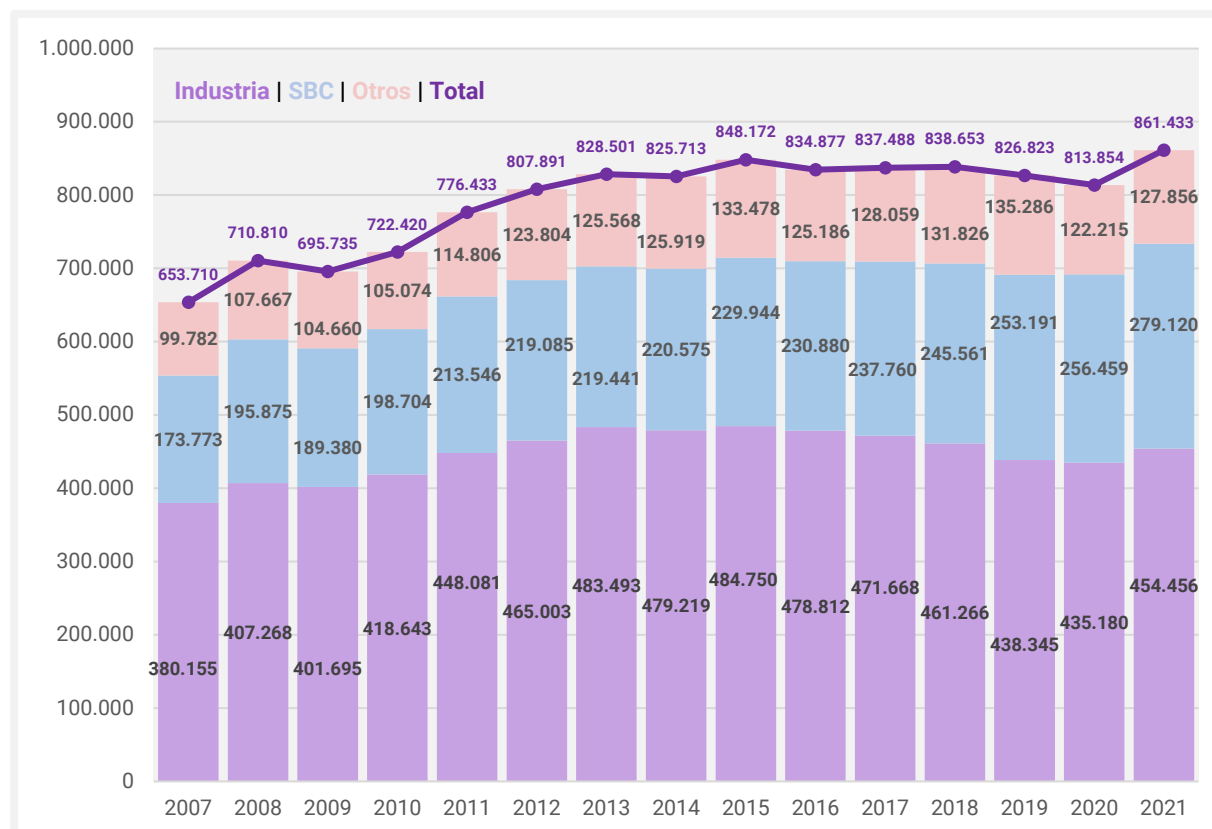
GRÁFICO 1. UNIVERSO POTENCIAL DE LA LEY DE ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO (CANTIDAD DE EMPRESAS)



Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI y AFIP.

En materia de empleo, las actividades elegibles para la LEC contemplaron en 2021 más de 860.000 puestos de trabajo registrados (alrededor del 14% del total de los puestos de trabajo asalariados registrados en las empresas). La tendencia es, a grandes rasgos, similar a la de la cantidad de firmas, aunque con 2021 como pico histórico en cantidad de empleo.

GRÁFICO 2. UNIVERSO POTENCIAL DE LA LEY DE ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO (CANTIDAD DE PUESTOS DE TRABAJO)



Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI y AFIP.

El universo de las empresas elegibles para la LEC ha ido cambiando con el tiempo, con un peso creciente de los SBC en desmedro de la industria: entre 2007 y 2021, y producto de un mayor dinamismo relativo, los SBC pasaron de explicar el 26,6% al 32,4% de los puestos de trabajo en las ramas que pueden ingresar a la LEC, y las firmas industriales elegibles pasaron del 58,1% al 52,8%. Algo similar ocurre con la cantidad de empresas elegibles: los SBC explicaron en 2021 el 36,5% de las que pueden tramitar los beneficios de la LEC, casi 8 puntos porcentuales por encima de 2007.

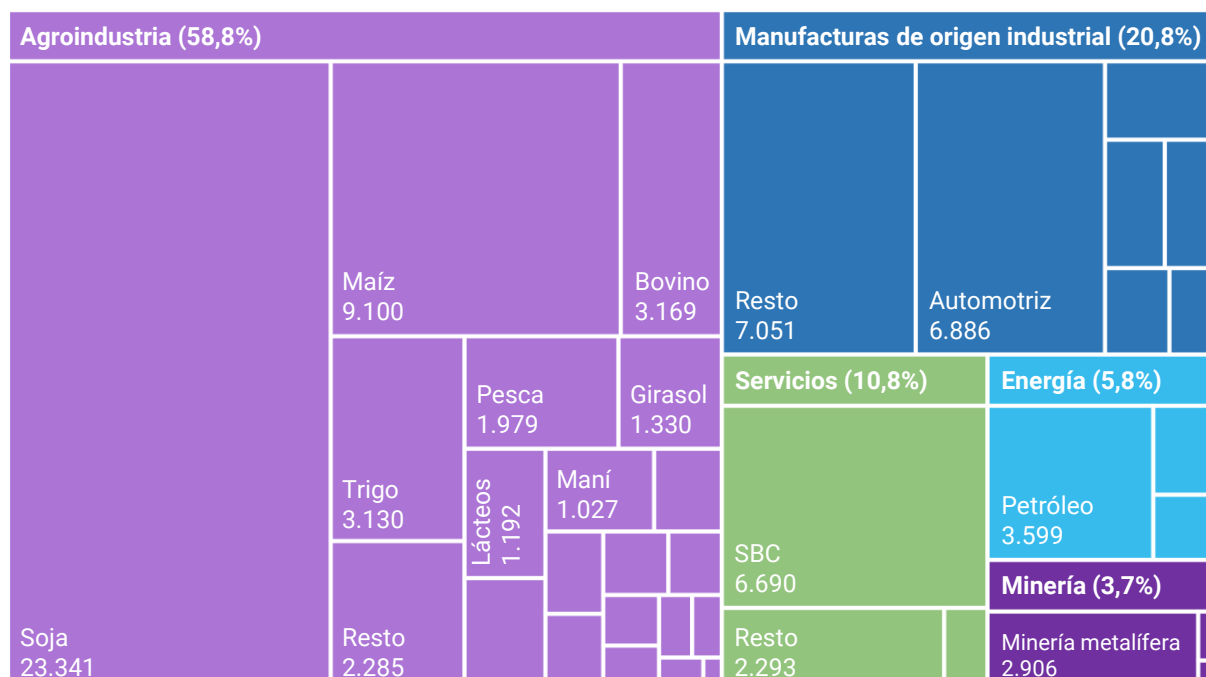
Al igual que lo que ocurre con la industria manufacturera, los SBC son un universo con ciertas heterogeneidades en su interior, tanto en términos de su desempeño reciente como en materia salarial, territorial y de género. En los últimos 15 años, el software y los servicios informáticos fueron ganando considerable peso dentro de los SBC: en 2007 daban cuenta de un tercio del empleo y en la actualidad explican casi la mitad. El peso que ganaron las

empresas de software lo perdieron las de servicios profesionales y empresariales de exportación, que en 2007 explicaban más de la mitad del empleo en SBC y actualmente cedieron el primer lugar a las firmas de software. Este sector también es, dentro de los SBC, el de mayores salarios promedio, tendencia que se profundizó en los últimos años.

En materia de género, la participación femenina en los SBC ronda el 36%, siendo superior al 40% en servicios profesionales y empresariales de exportación e inferior al 20% en los SBC de base agropecuaria (Kejsefman y Rodríguez, 2022). A nivel territorial, hay una gran concentración en CABA (algo que se estudiará más adelante), con un 61% del empleo en SBC nucleado en esta jurisdicción. No obstante, también hay heterogeneidades aquí: mientras que la concentración del empleo en CABA es todavía más alta en software y el complejo audiovisual, el resto de las provincias (particularmente la de Buenos Aires y Santa Fe) gana protagonismo por ejemplo en los SBC ligados al agro (Kejsefman y Rodríguez, 2022).

En 2021, las exportaciones de SBC fueron de USD 6.690 millones, dando cuenta del 7,7% del total de las ventas externas argentinas. Los SBC fueron el cuarto complejo exportador, detrás de la soja (USD 23.341 millones), el maíz (USD 9.100 millones) y la industria automotriz (USD 6.886 millones). Este último sector es el que más se asemeja en monto exportado a los SBC, y con el cual se disputó el segundo puesto hasta 2019, previo a que el maíz tomara dicha posición.

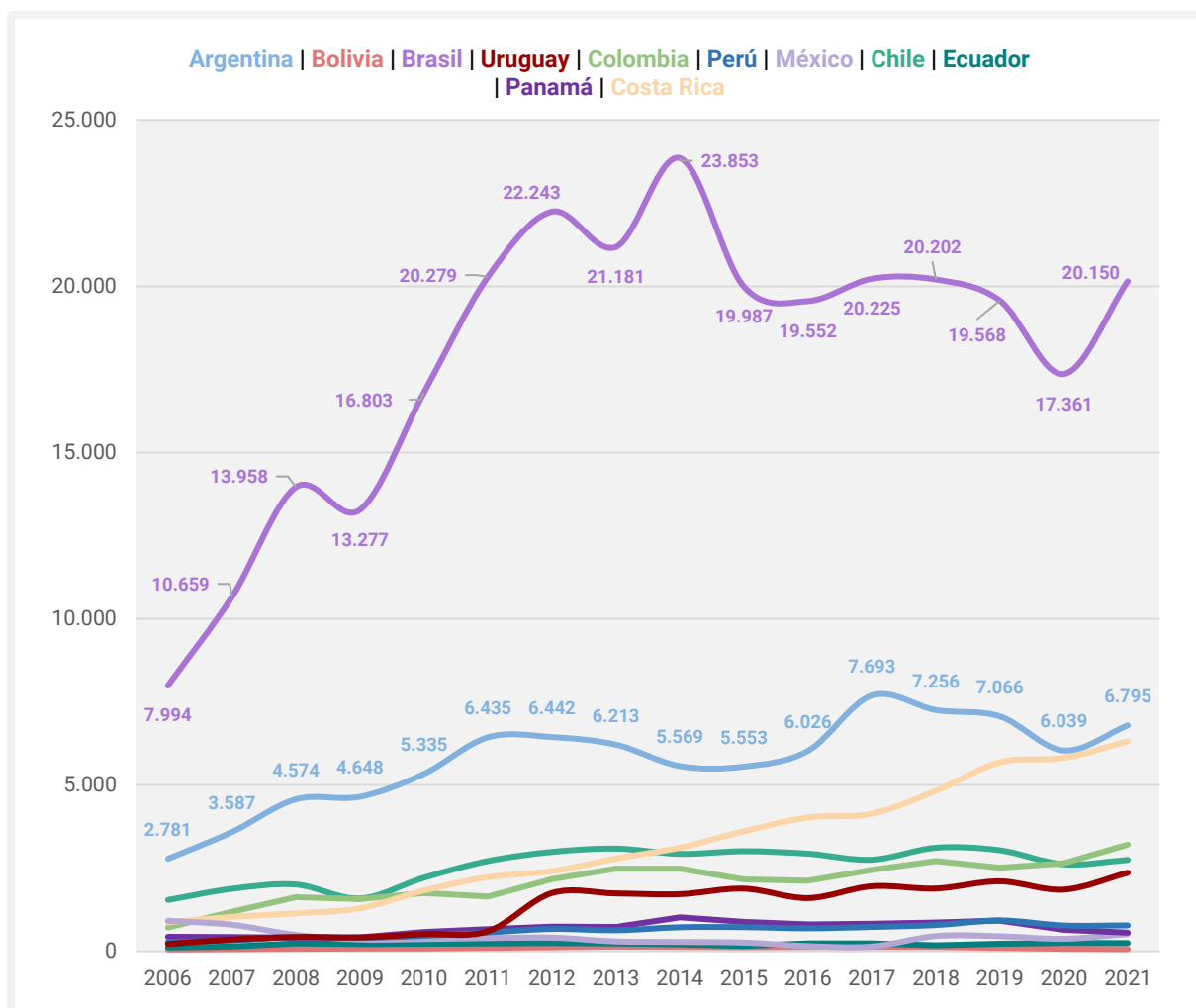
GRÁFICO 3. COMPLEJOS EXPORTADORES DE BIENES Y SERVICIOS, 2021 (EN MILLONES DE DÓLARES)



Fuente: elaboración propia con base en INDEC y Aduana. Los datos están consistidos con los de la Misión 1 del Plan Argentina Productiva 2030 (Desarrollo exportador).

Argentina es el segundo exportador de SBC de América Latina, por detrás de Brasil, y seguido por Costa Rica, Chile, Colombia y Uruguay. A excepción de Costa Rica, en estos países, al igual que en Bolivia y Perú, el crecimiento de las ventas externas comenzó a estancarse entre 2014 y 2015, y no han vuelto aún a superar esos niveles. De acuerdo con Rozemberg y Gayá (2019), Estados Unidos es el principal destino de los SBC de la región, absorbiendo aproximadamente 40% de las exportaciones brasileñas y colombianas. En tanto, datos del INDEC sugieren algo similar para Argentina: entre 2015 y el primer trimestre de 2022, Estados Unidos dio cuenta del 44% de las exportaciones de SBC de Argentina, seguido muy de atrás por Europa (25%, destacándose Reino Unido, Países Bajos, Irlanda y Suiza) y América del Sur (17%, con particular protagonismo de Uruguay, Brasil y Chile). Asia absorbió apenas un 5% de las exportaciones argentinas de SBC en el período, con Corea del Sur como el destino más relevante, y África y Oceanía fueron irrelevantes, con menos de 0,2% cada una.

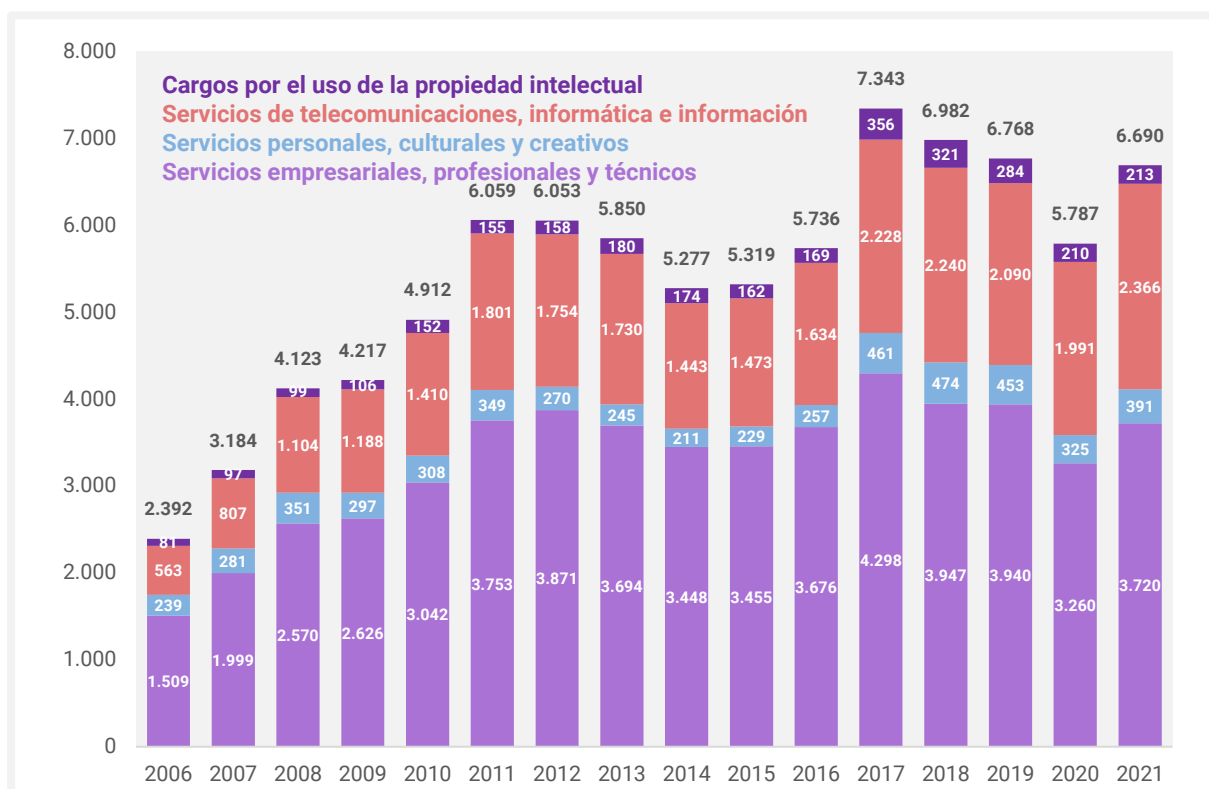
GRÁFICO 4. EXPORTACIONES DE SERVICIOS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO DE LOS PRINCIPALES PAÍSES LATINOAMERICANOS EN MILLONES DE DÓLARES, 2006 A 2021



Fuente: elaboración propia con base en UNCTAD. Los datos de Argentina son ligeramente diferentes a los del gráfico anterior y posterior por diferencias en la apertura de los rubros.

El principal componente de las ventas de SBC en los países líderes de Latinoamérica corresponde al rubro “Otros servicios empresariales” que representó el 71,4% de las exportaciones de 2021. Esto concuerda con lo que sucede en el resto del mundo, dado que este rubro se caracteriza por incluir diversos servicios empresariales, profesionales y técnicos (Rozemberg y Gayá, 2019; López y Lachman, 2022). Esta categoría incluye cuatro grandes segmentos: servicios de investigación y desarrollo; servicios jurídicos, contables y de consultoría en gerencia; servicios de publicidad, investigación de mercado y encuestas de opinión pública; servicios arquitectónicos, de ingeniería y otros servicios técnicos; y, otros servicios profesionales. Sin embargo, el rubro también incluye tres segmentos que no pertenecen a los SBC: servicios de tratamiento de residuos y descontaminación, servicios agrícolas y mineros; servicios de arrendamiento operativo; y servicios relacionados con el comercio. En el gráfico 4, la información agregada disponible a nivel internacional no permite excluir estos segmentos. En el caso de Argentina, sus exportaciones totalizaron USD 105 millones en el año 2021 pero no fueron incluidos en el gráfico 5 por no corresponder a los SBC.

GRÁFICO 5. EXPORTACIONES ARGENTINAS DE SERVICIOS BASADOS EN CONOCIMIENTO EN MILLONES DE DÓLARES, 2006 A 2021



Nota: en la categoría servicios empresariales, profesionales y técnicos se realizó una selección de segmentos. Estos son: servicios de investigación y desarrollo; servicios jurídicos, contables, consultoría de gerencia, servicios gerenciales y servicios de relaciones públicas; servicios de publicidad, investigación de mercado y encuestas de opinión pública; servicios arquitectónicos, de ingeniería y otros servicios técnicos; y, otros servicios profesionales.

Fuente: elaboración propia con base en INDEC.

Asimismo, en Argentina, la categoría más dinámica ha sido “Telecomunicaciones, servicios de informática y computación”, la cual en 2021 representó 23,1% de las exportaciones regionales de SBC, casi 6 puntos porcentuales más que en 2006. Por último, “Cargos por el uso de la propiedad intelectual” y “Servicios empresariales, profesionales y técnicos” constituyen, respectivamente, 2,7% y 3% de las ventas externas de SBC de la región.

Al analizar la trayectoria al interior de los SBC en Argentina, cabe destacar el aumento de las exportaciones en servicios informáticos, que superaron los USD 2.300 millones en 2021 y pasaron a explicar el 33,6% de las exportaciones del complejo, mientras que en 2006 su participación era del 15,6%. De esta manera, y a modo de comparación con otras actividades, el crecimiento del perfil exportador del sector informático lo posicionó por encima del complejo pesquero (USD 1.979 millones) en 2021 y estuvo entre los diez más importantes de la economía en su conjunto.

Los sectores comprendidos en esta Misión

Los ejes/sectores de la presente Misión no se centran en el conjunto de la economía del conocimiento sino en cuatro segmentos de su universo potencial. Dos de ellos forman parte de los SBC⁹ (software y servicios de informática, y servicios audiovisuales) y los otros dos se encuentran en la intersección entre la industria manufacturera y los SBC (industria 4.0 y satelital). Se analizan comparativamente algunas variables que tienen que ver fundamentalmente con la cantidad de empresas y el empleo (evolución del mismo, feminización, localización geográfica y salarios). En el anexo 1 se describe la clasificación utilizada para delimitar a estos cuatro ejes/sectores. En términos conceptuales, los proyectos incorporan lo siguiente:

- **Software y servicios de informática (SSI):** contempla servicios de programación y consultoría informática y de procesamiento de datos, hospedaje y portales web. Parte de las empresas registradas en tales actividades están insertas en el resto de los proyectos que se mencionan a continuación.¹⁰
- **Industria audiovisual:** integrada por servicios de cinematografía (producción, postproducción, distribución y emisión de filmes y videocintas), producción televisiva y emisión de señales de televisión abierta y por suscripción (aquí se registran las plataformas *on-demand*).

⁹ En la Misión 1 del Plan Argentina Productiva 2030 (Desarrollo exportador) se incluye un apartado sobre SBC, donde además de reseñar SSI y servicios audiovisuales con base en los resultados de la presente Misión, se abordan los servicios empresariales y los ensayos clínicos, de especial relevancia para el aumento de las exportaciones. Respecto a este último sector, se trata en detalle en la Misión 3 (Seguridad sanitaria).

¹⁰ Dentro de software y servicios de informática se encuentran desarrolladores de videojuegos, servicios ligados a la industria 4.0 y de asistencia a los eslabones de la industria satelital.

- **Industria 4.0:** contabiliza el universo *potencial* de firmas manufactureras en ramas ligadas a la industria 4.0 (principalmente, maquinarias y equipos y electrónica profesional). No se incluyen actividades vinculadas al internet de las cosas, ciberseguridad, servicios de nube e inteligencia artificial desarrolladas por empresas informáticas. Asimismo, se trata de un universo *potencial* y no efectivo, dado que no se cuenta con un registro histórico de firmas que realicen soluciones de industria 4.0.
- **Eslabones vinculados a la industria satelital:** se caracterizó al sector en función de una muestra que integra la cadena de valor –empresas operadoras, centros de I+D, fabricantes, fabricantes con dedicación parcial– y empresas proveedoras de servicios de información e integradas verticalmente. En el caso de empresas registradas en actividades económicas de los proyectos precedentes, se analizaron en forma particular para ubicarlas en solo un proyecto con el fin de evitar la doble contabilización de empresas y puestos de trabajo.

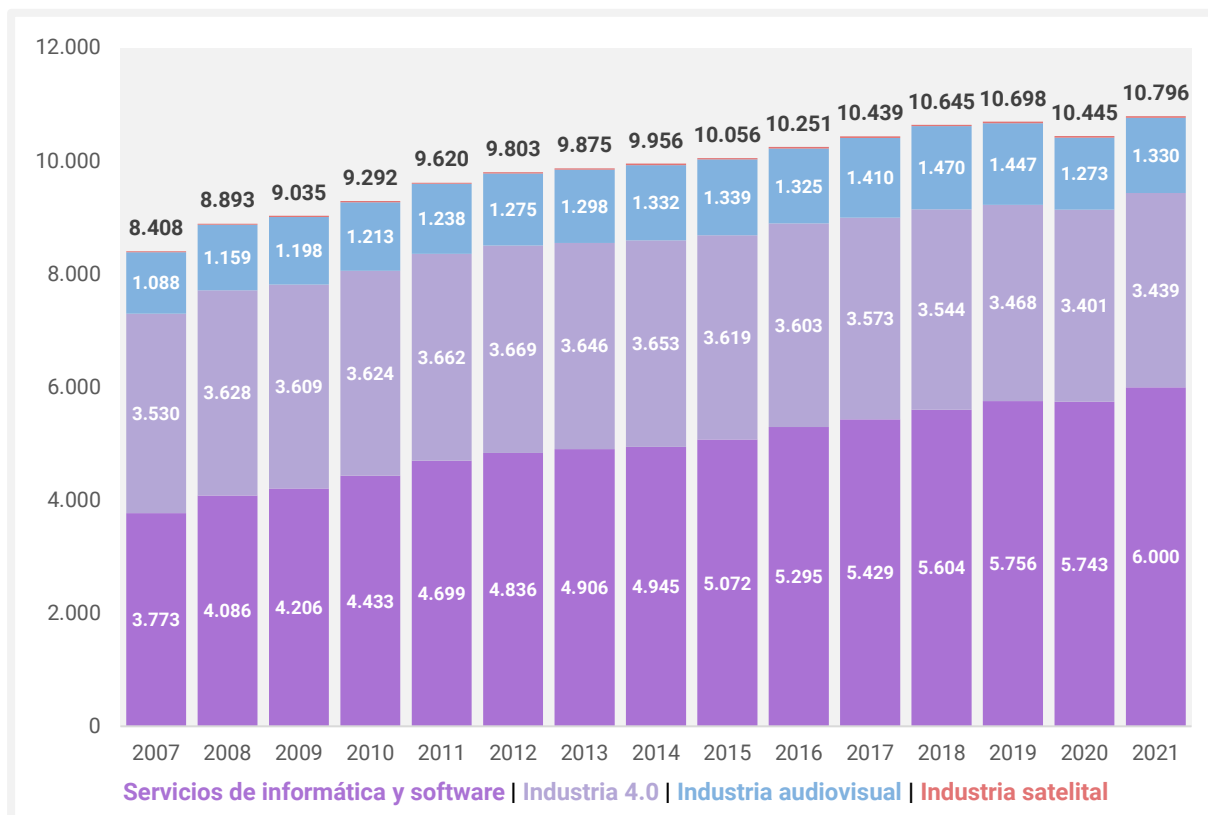
Empresas

La evolución de las empresas empleadoras de los sectores contemplados en la Misión Digital muestra una tendencia ascendente desde 2007. El crecimiento se interrumpió en 2020 debido al efecto recesivo de la pandemia, pero con la recuperación del 2021 se alcanzó un promedio de alrededor 10.800 firmas ese mismo año (gráfico 6). La cantidad de empresas empleadoras en las actividades económicas vinculadas a la Misión tuvo un ritmo de crecimiento superior al resto de la economía, con un incremento del 28% con respecto a 2007. Consecuentemente, la participación de este conjunto en el total de empresas empleadoras fue ganando peso de manera sostenida: mientras que en 2007 esta cifra era de 1,5%, en 2021 las firmas representaron el 2,0% del total de empresas empleadoras.

Como se observa en el gráfico siguiente, la industria del software y los servicios informáticos fue la que mostró la mayor expansión durante todo el período de análisis, con un crecimiento del 59%, y manteniéndose aislada de los vaivenes del ciclo económico. Asimismo, es la actividad con mayor cantidad de empresas, ya que concentra al 55% de las firmas empleadoras vinculadas con la Misión.

Por otro lado, las empresas audiovisuales se incrementaron en un 22% durante el período de análisis. Este sector creció de manera sostenida hasta 2019 y luego sufrió severamente el impacto de la pandemia, que para 2021 no había sido del todo revertido. En tanto, las empresas en ramas vinculadas a la industria 4.0 se contrajeron 3% en términos absolutos entre 2007 y 2021. La cantidad de empresas industriales el universo potencial de la industria 4.0 estuvo estancada entre 2008 y 2015, y luego ingresó en una senda contractiva hasta 2020. Esta dinámica coincide con lo ocurrido con la industria manufacturera en su conjunto, que se posicionó en el nivel de empresas más bajo desde 2007 (50.886 firmas en 2021, casi 7.000 menos que en el máximo de 2012).

GRÁFICO 6. EVOLUCIÓN DE LA CANTIDAD DE EMPRESAS SEGÚN PROYECTO COMPRENDIDO EN LA MISIÓN, 2007 A 2021



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

Puestos de trabajo formales

En 2021, los sectores involucrados directamente en la Misión se aproximaron a los 240.000 puestos de trabajo asalariados formales. Se trata de un pico histórico, al haber mostrado, al igual que lo ocurrido con la cantidad de empresas, una tendencia creciente durante la última década.

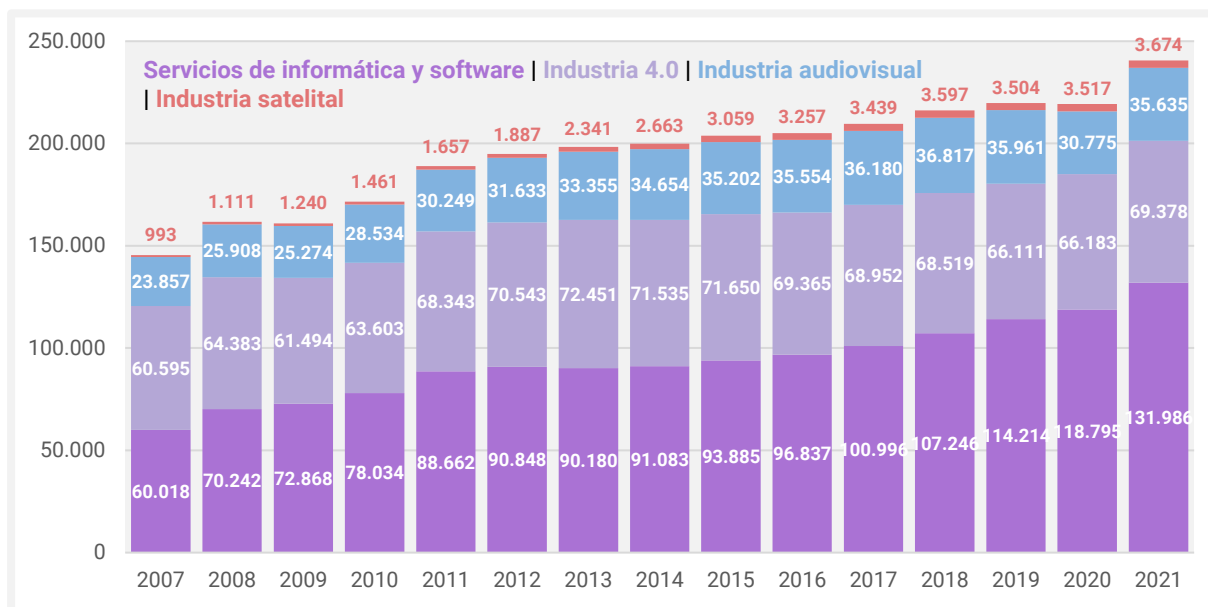
Entre 2007 y 2021, el empleo formal en estos sectores se incrementó a razón del 3,7% anual, dando como resultado un incremento acumulado del 66%. Esta suba se explicó particularmente por los servicios informáticos. En 2007, los puestos de trabajo de SSI representaron el 1,1% del total del empleo asalariado formal en las empresas privadas de la economía argentina, mientras que, en 2021, la participación fue del 2,1%, superando los 130.000 asalariados formales.

Por su parte, los puestos de las ramas manufactureras del universo potencial de la industria 4.0 aumentaron sostenidamente hasta 2013, y luego entraron en una fase contractiva, particularmente entre 2015 y 2019. La recuperación de 2021 permitió superar los niveles de 2019, tal como ocurrió con la recuperación del empleo de la industria manufacturera en general.

El sector audiovisual presentó un fuerte incremento de los puestos de trabajo desde 2007 hasta 2018, año en el que superó los 36.000 empleos asalariados formales. Desde ese entonces, se produjo una desaceleración en el ritmo de crecimiento del empleo, con una considerable contracción de los puestos de trabajo en 2020. Esta actividad fue la que más sufrió el impacto de la pandemia dentro del conjunto de la Misión, en gran medida por las dificultades logístico-sanitarias para los rodajes derivadas del Aislamiento Social y Preventivo y Obligatorio (ASPO). En 2021 mostró una fuerte recuperación, aunque sin terminar de compensar lo perdido en 2020.

Por último, la generación de empleo formal en las empresas de la industria satelital acompañó la creación de empresas hasta la consolidación del sector. Sin embargo, luego del pico de 2018, ocurrió una contracción de los puestos de trabajo durante 2019 y 2020. En 2021 esta tendencia logra revertirse y se alcanzaron los niveles de 2018, lo que implica un incremento del 1,9% con respecto a 2019. En 2021, la cantidad de puestos superó en 300% a los de 2007. En cuanto al empleo en empresas públicas, entre las que se incluyen ARSAT, VENG e INVAP, en el 2021 totalizaron 2.700 puestos de trabajo. Si se cuentan la CONAE y la CNEA (que no son empresas y por tanto no se computan en el gráfico a continuación), el complejo ronda los 7.500 puestos.¹¹

GRÁFICO 7. EVOLUCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO ASALARIADOS FORMALES EN EMPRESAS AGRUPADO POR PROYECTO DE LA MISIÓN, 2007 A 2021



Nota: en la industria satelital no se consideran los puestos de trabajo generados por las empresas del eslabón telecomunicaciones. Sin embargo, algunas de estas empresas también son partícipes de la industria audiovisual, por lo que si fueron contabilizados los puestos de trabajo en aquel rubro. Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

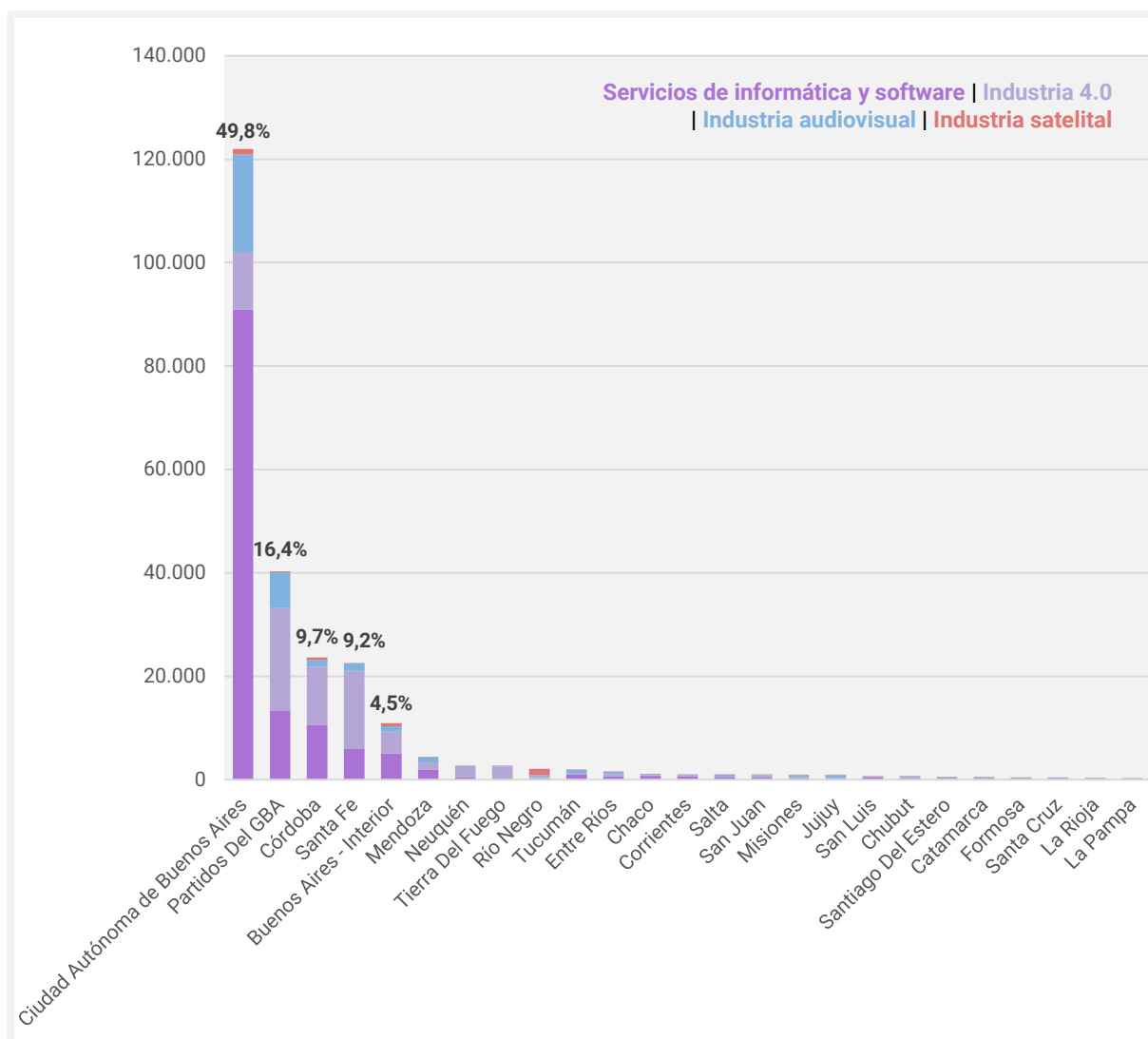
¹¹ No se cuentan aquí las empresas de servicios de telecomunicaciones, que en 2021 contaron con 34.341 puestos de trabajo formales, a partir de gigantes como Telefónica, Telecom o AMX Argentina (Claro).

Los datos preliminares de 2022 (con información a septiembre de dicho año) muestran un crecimiento del 6,2% con respecto a 2021, superando así los 255.000 puestos. Este incremento se viene dando en los cuatro sectores de la Misión, con particular dinamismo en SSI e industria 4.0, ambos con subas del 7%.

Localización geográfica de los puestos de trabajo

A la hora de analizar la localización geográfica de los puestos de trabajo, es necesario aclarar que varios de estos sectores (principalmente SSI) tienen un alto potencial de trabajo remoto, lo que obliga a diferenciar el lugar de radicación de la empresa respecto al lugar donde vive la persona trabajadora.

GRÁFICO 8. PUESTOS DE TRABAJO ASALARIADOS FORMALES SEGÚN LOCALIZACIÓN DE LA RELACIÓN LABORAL Y PROYECTO DE LA MISIÓN (TOTAL PROVINCIAS), AÑO 2021

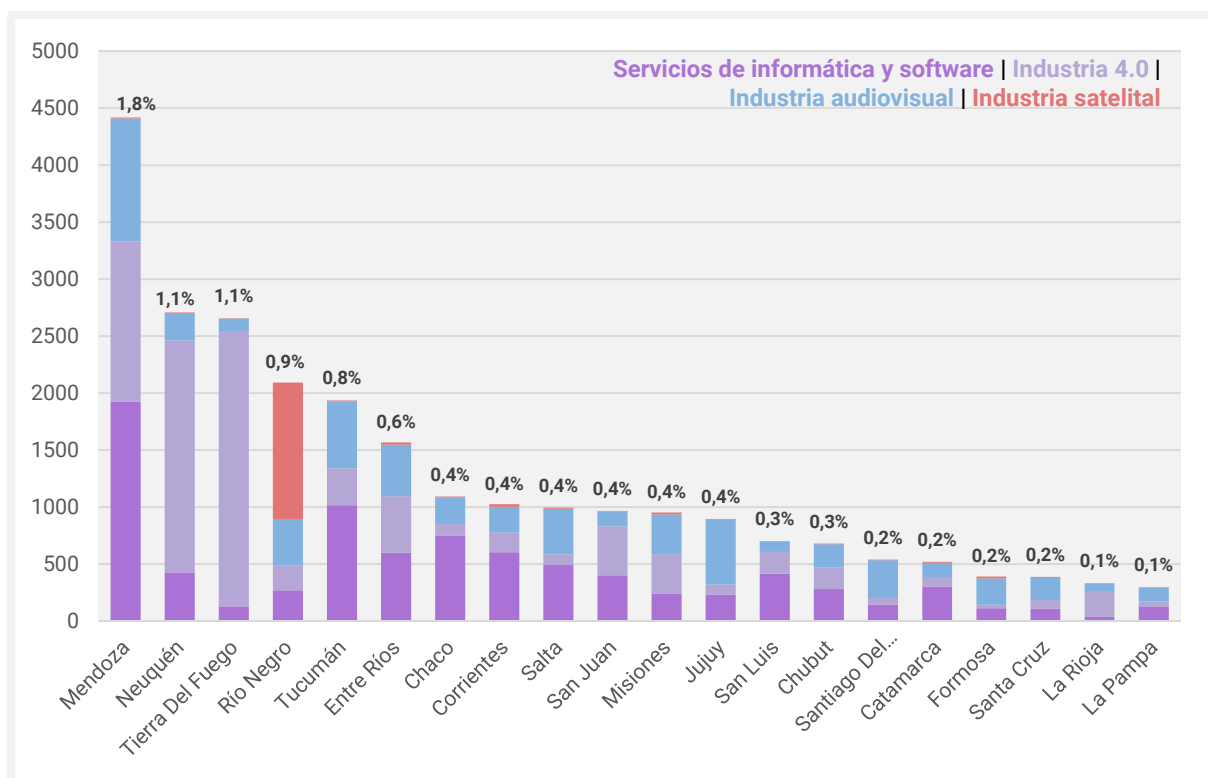


Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

Con respecto a la localización geográfica de las relaciones laborales –esto es, prestando atención al lugar donde se radican las empresas–, se ve una marcada asimetría en el territorio nacional, con un gran protagonismo del AMBA, que en 2021 explicó el 76% del empleo en los sectores comprendidos en esta Misión. Dentro del AMBA, sobresale particularmente CABA, con el 49,8% del total del empleo nacional. Dentro de CABA, gran parte de las empresas se desempeña en el corredor norte (Comunas 1, 2, 13 y 14) y en la zona del distrito tecnológico de Parque Patricios (Comuna 4) y del audiovisual (parte de la Comuna 15). Por fuera del AMBA, destacaron provincias como Córdoba (9,8% del total del empleo, mayormente por el Gran Córdoba), Santa Fe (9,2%, principalmente por Rosario), el interior de la provincia de Buenos Aires (4,5%, destacándose ciudades como Mar del Plata, Tandil y Bahía Blanca) y Mendoza (1,8%, sobre todo por el Gran Mendoza).

Analizando por sector, Córdoba es la tercera jurisdicción a nivel nacional en la contribución al empleo en servicios informáticos (10.620 puestos, 7,9% del total). Santa Fe gana protagonismo en las ramas manufactureras ligadas a la industria 4.0 (22% del total nacional), lo que se vincula con la presencia de un denso complejo metalmeccánico en el sur de dicha provincia. En cuanto a las entidades ligadas a la industria satelital, la mayor parte del empleo se encuentra en el AMBA (56,7%) y las provincias de Río Negro (16,4%, donde está INVAP) y el interior de la provincia de Buenos Aires con el 6% del total.

GRÁFICO 9. PUESTOS DE TRABAJO ASALARIADOS FORMALES SEGÚN LOCALIZACIÓN DE LA RELACIÓN LABORAL Y PROYECTO DE LA MISIÓN (20 PROVINCIAS), AÑO 2021



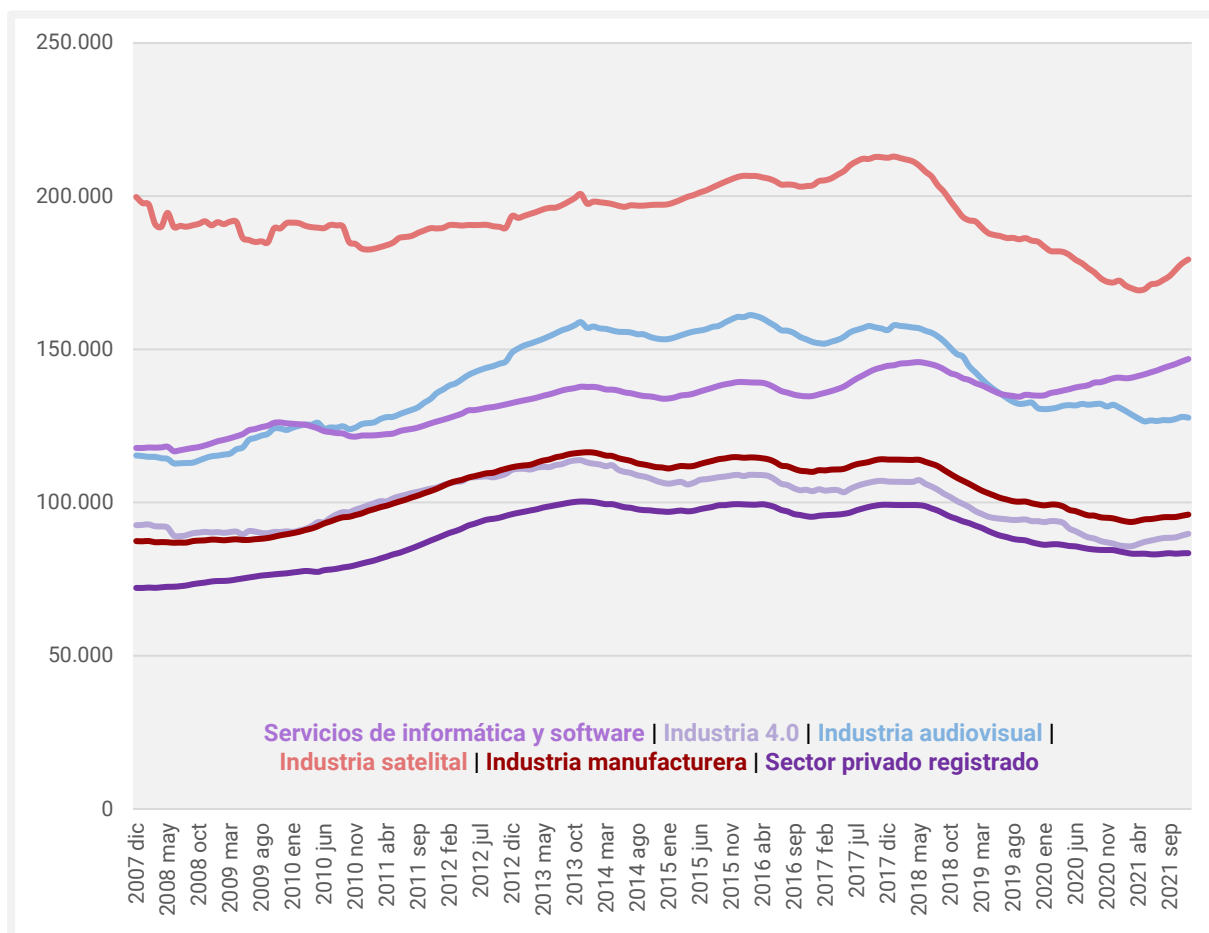
Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

El hecho de que 19 provincias, que dan cuenta del 34% de la población del país, representen el 8% del empleo total de las actividades económicas relevadas expone la problemática de la concentración geográfica del empleo e insta a profundizar el desarrollo de los proyectos de la Misión en todo el país. Como dato alentador se observa que en ramas como SSI –la más relevante de la Misión en términos de empleo– vienen creciendo en todo el país, y particularmente más rápido –aunque partiendo de una base muy baja– en provincias como Misiones, Tierra del Fuego, Jujuy, Neuquén, San Juan, La Rioja o Catamarca, entre otras.

Evolución de los salarios

En virtud de la expansión del empleo observada en la sección precedente, cabe preguntarse de qué manera se comportaron los salarios. A tal fin, el gráfico 10 muestra la dinámica salarial en cada uno de los proyectos de la Misión a partir de las remuneraciones medianas, expresadas en términos reales a precios de 2021.

GRÁFICO 10. SALARIO MENSUAL MEDIANO POR PROYECTO DE LA MISIÓN EN PESOS DE DICIEMBRE 2021. AÑOS 2007-2021, MEDIA MÓVIL 12 MESES



Nota: los salarios no contemplan el salario anual complementario (SAC). En la industria satelital no se consideran las retribuciones pagadas por las empresas del eslabón telecomunicaciones. Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

En términos generales, los salarios medianos de los sectores que comprenden la Misión se sitúan por encima de la remuneración mediana del sector privado asalariado formal, y a excepción de la industria de software y servicios informáticos en los últimos 5 años, todas las ramas mostraron las mismas tendencias: una etapa de crecimiento sostenido hasta 2013 seguido por un estancamiento con un leve declive hasta 2018, momento en el que el deterioro de los salarios reales tiende a profundizarse, en sintonía con la coyuntura macroeconómica local, y con la pandemia de COVID-19 en 2020.

Entre 2007 y 2021 el salario mediano en la industria de software y servicios informáticos se incrementó 24,6% en términos reales, en consonancia con la fuerte expansión del empleo en el sector. Este fenómeno se acentúa a partir de 2017 y muestra que, a pesar del aumento de la oferta laboral, la demanda sigue siendo más importante, modificando al alza precios y cantidades. Por lo tanto, la industria del software es la más dinámica en la generación de empleo registrado, y con remuneraciones medianas que en 2021 fueron 76% mayores al promedio del sector privado registrado. A su vez, se trata de una de las pocas ramas en donde en 2021 las remuneraciones reales fueron mayores a las de 2017.

Género

En 2021, la tasa de feminización en el empleo asalariado formal en los sectores que componen la Misión (27,6%) estuvo un tanto por debajo al promedio de las empresas de la economía (32,3%). En ambos casos, se trata de cifras muy lejanas a la paridad, y también muy inferiores al 43% de mujeres ocupadas que existe en el conjunto de la población ocupada. Como es sabido, el porcentaje de mujeres es mayor al considerar el sector público, en donde el 54% del empleo es femenino –en gran medida por salud y educación pública– y el asalariado informal (el 48% del empleo asalariado informal es femenino, con un gran peso del trabajo en casas particulares explicando dicha cifra).¹²

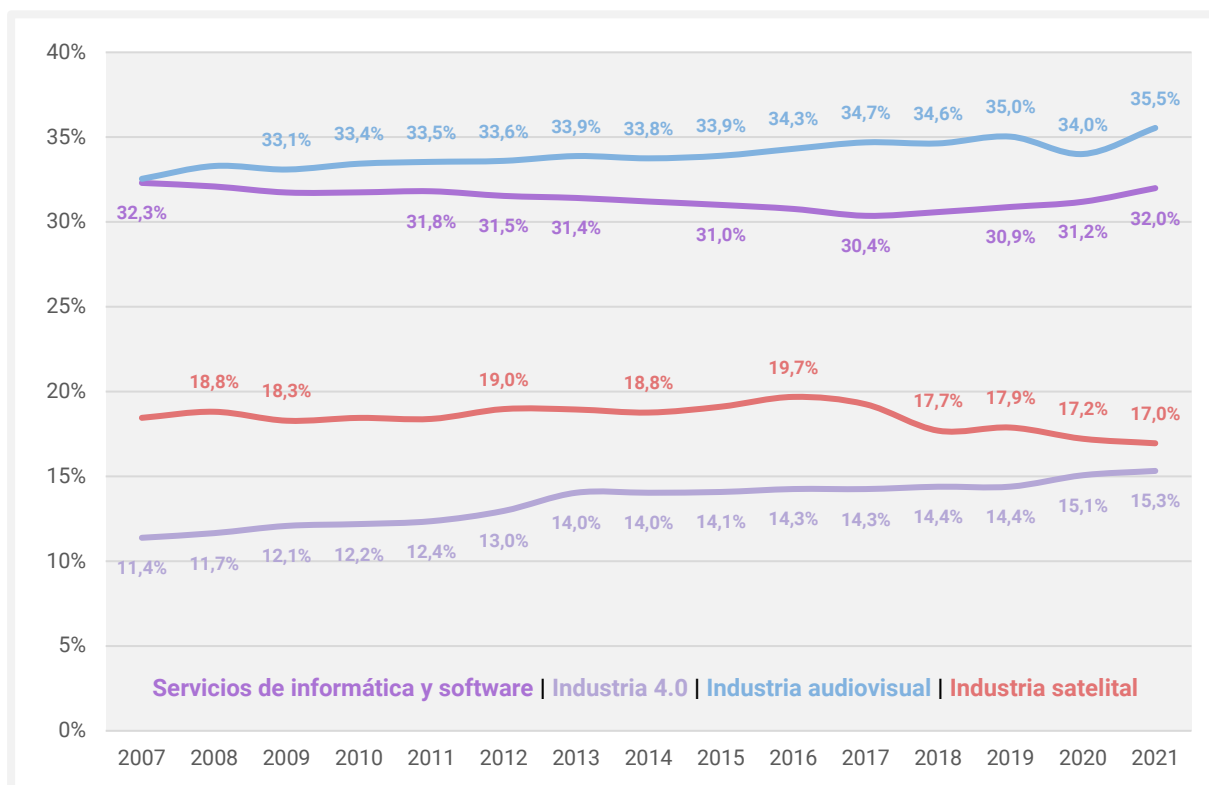
Dentro de los sectores de la Misión hay una fuerte heterogeneidad de la feminización. En las ramas ligadas a la industria 4.0, dicha tasa se situó en el 15,3% en 2021. Si bien la tasa viene incrementándose paulatinamente desde 2008 (cuando era casi 4 puntos porcentuales menor), la lentitud a la que viene haciéndolo indica la necesidad apremiante de promover políticas en dirección a la paridad de género. En la industria satelital, la feminización también es reducida (19,3%), y muestra una tendencia contractiva, lo que implica que la incorporación de mujeres estuvo por debajo del ritmo de crecimiento de los puestos de trabajo.

Los dos sectores más feminizados de la Misión son el audiovisual (35,5% en 2021) y el de SSI (32%). En el complejo audiovisual, la tasa de feminización viene incrementándose paulatinamente desde 2007, cuando apenas superaba el 30%. En el caso de los SSI, la tasa de feminización se redujo entre 2008 y 2016, lo cual no se debió a la destrucción absoluta de empleos femeninos sino a una mayor velocidad en la creación de los masculinos. Desde 2017,

¹² Datos de la EPH del INDEC, promedio 2016-2022.

esta dinámica se revirtió, producto de una aceleración en el ritmo de incorporación del nivel de mujeres. En la actualidad la tasa de feminización en SSI se posiciona en niveles cercanos a los de 2007.

GRÁFICO 11. EVOLUCIÓN DE LA TASA DE FEMINIZACIÓN DEL EMPLEO REGISTRADO, 2007 A 2021



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

¿Qué mira y dónde invierte el sector privado a nivel global?

La pandemia de COVID-19 ha acelerado las inversiones en digitalización de las organizaciones, que aumentaron su presupuesto para transformación digital desde 2020 a la fecha en un 79% de los casos encuestados a nivel mundial por Statista (2022b). Se prevé que en 2022 el gasto en transformación digital entre las empresas de todo el mundo alcance los USD 1,8 billones, saltando en 2025 a unos USD 2,8 billones (Statista, 2022b). Esto está orientado principalmente al traslado de datos a la nube, uso de dispositivos y herramientas tecnológicas para la comunicación y colaboración y automatización de procesos. De acuerdo a Accenture (2020), los actores que más gastan en digitalización son los que tienen las capacidades digitales más maduras y más probabilidades de obtener mayores beneficios en plazos más cortos (1 año de retorno de la inversión). Entre ellos se destacan el petróleo y el gas, la industria aeroespacial y de defensa, y las industrias de alta tecnología, con empresas de Estados Unidos, Singapur e India a la cabeza del gasto.

A continuación, se describen, primero, las principales tendencias tecnológicas y de inversión detectadas por consultoras globales en empresas líderes en tecnologías y, luego, las tendencias de inversión en la industria de capital de riesgo vinculadas a transformación digital.

Tendencias tecnológicas y de inversión detectadas por las consultoras globales

Las empresas líderes globales en tecnología digital están dirigiendo sus inversiones hacia las siguientes áreas (Accenture, 2021): 1) seguridad en la nube, 2) internet de las cosas (IoT), 3) nube híbrida, 4) automatización de procesos y 5) inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático. Las empresas van en la dirección de agilizar y asegurar procesos, contemplando una serie de tendencias cada vez más extendidas globalmente (Deloitte, 2022; McKinsey, 2020):

- **Ciberseguridad:** el desarrollo de tecnologías de ciberseguridad es un mercado en fuerte crecimiento. Los incidentes de ciberdelincuencia y sus costos económicos aumentan exponencialmente cada año (por ej., la aseguradora global AIG indica que solo las reclamaciones por *ransomware* han crecido un 150% desde 2018). La superficie de ataque a las organizaciones se expande también incesantemente, debido al aumento de los dispositivos *phygital* (físicos con software embebido como los sensores), el teletrabajo y las características de las telecomunicaciones 5G. Los problemas de ciberseguridad se exacerban por una escasez crónica y global de talentos en el área. El empleo en este campo tendría que crecer aproximadamente un 89% para eliminar la escasez mundial estimada de más de 3 millones de profesionales de la ciberseguridad. Debido a ello, el desarrollo de la inteligencia artificial para ciberseguridad (Ciber IA) es también un campo en expansión.

- **Soluciones en la nube:** la necesidad de descargar procesos en la nube adquiere cada vez más volumen, para agilizar procesos y ganar comunicabilidad (compartir software que satisfaga necesidades comunes tercerizando la gestión de la infraestructura digital). En particular, soluciones de nube para distintos ámbitos como industria y turismo es un campo a explotar.
- **Blockchain:** la tecnología *blockchain* y los activos digitales ganan espacio en el consumo y la producción. La banca lidera la adopción de *blockchain*, seguida de las telecomunicaciones, los medios de comunicación y el entretenimiento; la industria manufacturera; la atención sanitaria y las ciencias de la vida; el comercio minorista y los bienes de consumo; y la administración pública.
- **Automatización a escala:** en una encuesta reciente a líderes de TI e ingeniería, el 74% de los encuestados dijo que la automatización ha ayudado a su fuerza de trabajo a ser más eficiente. El 59% informó de reducciones de costos de hasta el 30% en los equipos que han adoptado la automatización de procesos, junto a notables aumentos en calidad y seguridad.

Por su parte, Accenture (2022) destaca distintas problemáticas sociales crecientemente reconocidas en el mundo, que deben tenerse en cuenta para diseñar una estrategia digital, principalmente por el peso que estas tienen en las pautas de consumo:

- **Preocupaciones ambientales.** La escasez y el aumento en el precio de las materias primas, la falta de trabajadores/as calificados/as, e incluso las políticas de austeridad ante las crisis están haciendo tambalear el pensamiento de la abundancia. Un nuevo paradigma del diseño de productos y servicios apunta al equilibrio entre asequibilidad económica y sostenibilidad ambiental. Se espera que los/as clientes a nivel global sopesen cada vez más el bien del planeta y las necesidades básicas de sus familias a la hora de tomar decisiones de compra. Por un lado, crecen los movimientos por el “derecho a la reparación” y reusabilidad de los dispositivos tecnológicos, y al mismo tiempo se espera que las soluciones digitales rebajen sustancialmente su huella de carbono.
- **Consumo ético.** El consumo basado en valores sigue aumentando a nivel global (trato ético de los/as trabajadores/as y los animales, comercio justo, etc.), principalmente impulsado por los países de altos ingresos. Los productos y servicios comercializados de forma sostenible a nivel mundial superaron a sus homólogos convencionales en 36 categorías en 2020, y en 2021 superaron a los bienes de consumo envasados en su conjunto. Hay organizaciones que cuantifican las pautas de consumo ético para que la gente se fije en ello al hacer sus compras. Existen amplios mercados potenciales para el desarrollo de procesos y tecnologías de producción orientadas al consumo ético, así como a la generación de tecnologías para monitorearlo.
- **Tecnologías para el cuidado y la inclusión.** Las personas se sienten cada vez más cómodas con los servicios digitales y físicos para cuidar de sí mismas y de las demás, y las empresas del mundo están respondiendo con propuestas híbridas (por ej. la adquisición de empresas de desarrollo de aplicaciones de este tipo por parte de empresas tradicionales

consolidadas en el mercado del cuidado, como en *fitness*, atención médica, etc.).¹³ Esta apertura general al uso de la tecnología para el cuidado se aceleró fuertemente por la pandemia de COVID-19. Otro dato notable es que, en la actualidad, el 15% de la población mundial –1.200 millones de personas– tienen algún tipo de discapacidad. Pero a pesar de un fuerte aumento en la adopción de telemedicina en 2020, muchas experiencias digitales relacionadas con la salud siguen siendo inaccesibles. Menos del 10% de los sitios web, por ejemplo, tienen características que permitan usarlas a las personas con determinadas discapacidades. Mientras tanto, el número de demandas sobre accesibilidad digital para las personas con discapacidades aumenta constantemente.

Por último, se reconoce una serie de tecnologías emergentes, esto es, campos experimentales, posibilidades tecnológicas que actualmente parecen pequeñas en el horizonte, pero en los que empresas líderes y países están invirtiendo millones de dólares (Deloitte, 2022):

- **Computación cuántica:** campo en desarrollo teórico, que permitiría generar nuevos tipos de algoritmos para saltar exponencialmente en criptografía y seguridad de las comunicaciones.
- **Inteligencia exponencial:** la próxima generación de tecnologías de IA que promete comprender las emociones y la intención humanas.
- **Computación ambiental:** haría la tecnología omnipresente en nuestro entorno laboral y doméstico (por ej., el metaverso¹⁴ y toda tecnología integrada de realidad virtual), “la vida más allá del cristal”.

¿Dónde invierte la industria de capital de riesgo?

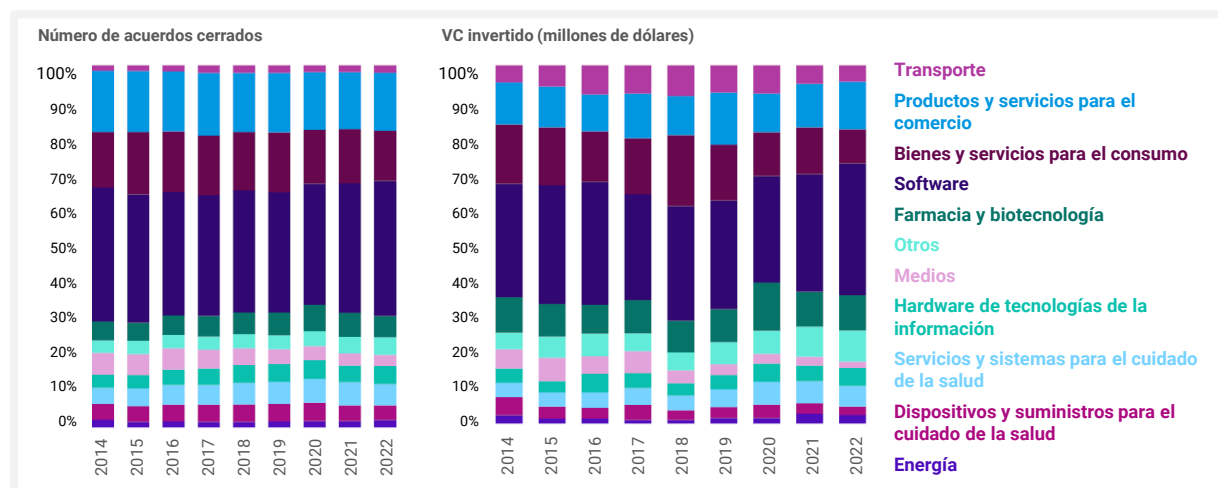
El capital de riesgo se caracteriza por atender las demandas de financiamiento de las empresas emergentes, en particular aquellas ligadas a tecnologías y segmentos de negocio con alto potencial de escalabilidad y de rápido crecimiento. Es un mecanismo de financiamiento ampliamente utilizado entre las empresas de base tecnológica (Gonzalo *et al.*, 2022). A nivel global, durante la última década se ha observado un aumento significativo de la cantidad y monto de las inversiones realizadas en la industria tecnológica. En el primer cuatrimestre de 2022 la industria del capital de riesgo invirtió USD 145.000 millones. Desde el primer cuatrimestre de 2014, el monto invertido a nivel global se ha multiplicado por 6 (KPMG, 2022).

¹³ Ver Misión 3 (Seguridad Sanitaria) para un mayor análisis de digitalización en medicina.

¹⁴ Un “metaverso” es un entorno donde los/as humanos/as interactúan social y económicamente como “avatares” en un ciberespacio, que a su vez actúa como una metáfora del mundo real, pero sin sus limitaciones físicas o económicas.

Al analizar la evolución reciente por sector, como puede observarse a continuación, se destaca que el **software** lidera ampliamente la cantidad de acuerdos y montos desde 2014, concentrando alrededor de un tercio de los acuerdos globales. Por otro lado, la cantidad y monto de acuerdos del sector **media** (audiovisual) alcanzó su participación máxima en 2014, rondando el 5% de los acuerdos e inversiones, y hacia el primer semestre de 2022 esa participación cayó a la mitad. En este sentido, ambos sectores concentran los modelos de negocios más buscados por el capital de riesgo según Startus (2022b), que identificó según bases de datos de *startups* y *scaleups* a la generación de lenguajes naturales,¹⁵ el contenido personalizado, el reconocimiento automático de contenido,¹⁶ la realidad mixta,¹⁷ el *streaming* en vivo y la publicidad programática¹⁸ como las principales tendencias de inversión por parte del capital de riesgo.

GRÁFICO 12. TENDENCIAS GLOBALES DE INVERSIÓN EN EMPRESAS RESPALDADAS POR CAPITAL DE RIESGO, POR SECTORES, 2014 A 2022



Fuente: Venture Pulse, Q1'22, Global Analysis of Venture Funding, KPMG Private Enterprise. Data provista por PitchBook, 20 de abril de 2022.

¹⁵ Los lenguajes naturales (NLG por sus siglas en inglés) se pueden explicar como un subcampo del procesamiento del lenguaje natural, que se ocupa de la traducción de datos al lenguaje humano natural. La tecnología que se basa en la inteligencia artificial (IA) en su núcleo ya se está utilizando para redactar informes meteorológicos o deportivos simples y también para ayudar a los periodistas en tareas más complejas.

¹⁶ Con el reconocimiento adecuado de contenido, las empresas de medios pueden discernir qué contenido está reproduciendo un dispositivo o incluso determinar qué está almacenado en ese dispositivo.

¹⁷ Es la combinación de la realidad aumentada y la realidad virtual. La tecnología funciona escaneando el entorno de un usuario, del cual luego construye un mapa 3D para ubicar a un individuo antes de colocar de manera óptima el contenido digital de acuerdo con la información detectada.

¹⁸ Creando un puente entre los anunciantes y los editores, esta área de innovación se refiere a la automatización de la compra y venta de inventario de anuncios. Debido al uso de IA en la publicidad programática, progresivamente se vuelve más simple analizar el comportamiento de los usuarios, y así orientarlos con anuncios que permiten optimizarlos en tiempo real.

Asimismo, según Persistent y Zinnov (2020) los acuerdos de capital de riesgo con compañías de software de aplicación empresarial se concentraron principalmente en las empresas de software para verticales específicos (62%), seguido por infraestructura de software (24%) y el resto en softwares de aplicación horizontal (14%). El vertical de software con mayor cantidad de acuerdos fue el de servicios financieros y de seguros. En cuanto a las inversiones en **industria 4.0**, Deloitte (2018) sostiene que los segmentos que han recogido los mayores montos de capital de riesgo entre 2014 y octubre de 2017 fueron plataformas y conectividad de IoT, ciberseguridad, sonorización e imágenes, y optimización de operaciones. Estos segmentos recibieron aproximadamente el 60% de los USD 6.600 millones de capital de riesgo invertido entre 2014 y octubre de 2017 a nivel global.

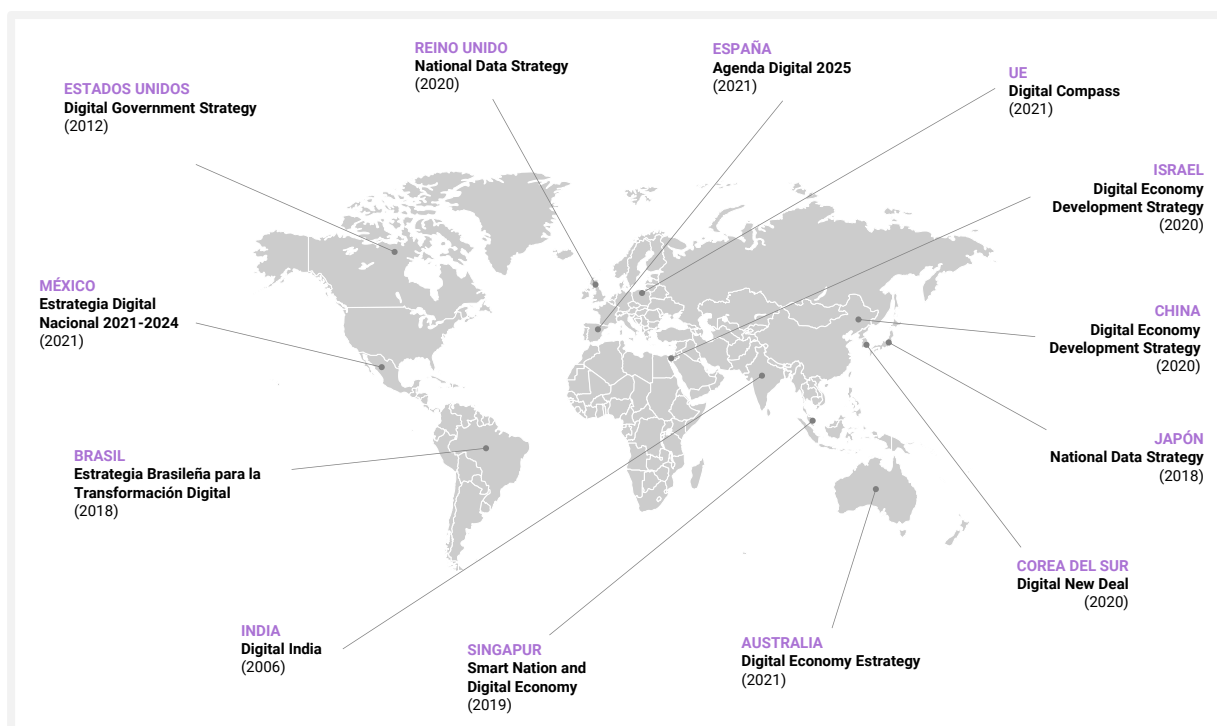
En cuanto al **sector espacial**, según Space Capital las empresas relacionadas con el espacio recibieron el 3% de la inversión total de capital de riesgo global en 2021.¹⁹ Durante el primer cuatrimestre de 2022, el capital de riesgo invirtió USD 2.900 millones en aplicaciones, USD 1,2 billones en infraestructura y USD 0,4 billones en distribución. Durante los últimos 8 años la mayor proporción de las rondas de inversión en infraestructura se han destinado principalmente a financiar satélites y lanzadores. Según Startus (2022a) las innovaciones tecnológicas en los satélites permiten la mayoría de los avances en la industria espacial en su conjunto. Entre las tendencias satelitales más importantes incluye la nueva generación de satélites impulsada por los pequeños y especialmente nanosatélites, el internet satelital de las cosas y las innovaciones tecnológicas aportadas por los fabricantes y operadores de satélites a las estaciones terrestres, así como a los servicios orbitales.

¹⁹ Las inversiones en la economía del espacio pueden clasificarse según su destino en aplicaciones (hardware y software especializado que utiliza datos de activos basados en el espacio), distribución (hardware y software para conectar, procesar y administrar datos de activos basados en el espacio) e infraestructura (hardware y software para construir, lanzar y operar activos espaciales).

La intervención estatal: referencias internacionales

Una dimensión central de la competencia internacional se expresa en la carrera entre países por avanzar, saltar y liderar en los procesos de digitalización de la economía (CGEE, 2013; Cassiolato *et al.*, 2015; Gonzalo *et al.*, 2015; Gonzalo y Haro Sly, 2022). En este marco, estudiar la experiencia internacional en políticas de digitalización productiva permite recoger y descartar criterios e instrumentos para orientar la estrategia propia.

MAPA 1. INICIATIVAS MUNDIALES DE DIGITALIZACIÓN, POR PAÍS Y AÑO



Los casos que presentados a continuación se distinguen por estar seleccionados con base en criterios como su grado de desarrollo económico y tecnológico, sus estrategias más generales de desarrollo industrial en relación con su posición geoeconómica, y su nivel actual de digitalización productiva. Al estudiar los casos se relevaron las siguientes dimensiones: perfil de la planificación (“misión”, “estrategia”, “plan”, etc.); alcance geográfico y temporal; dirección y/o coordinación intraestatal; desafíos a los que responde; objetivos; áreas de intervención y tecnologías prioritarias; iniciativas e instrumentos; métricas previstas, cuando las hay, y vinculación con otras iniciativas digitales y/o industriales.

Estados Unidos, Europa y el Asia vinculada a Occidente

En Estados Unidos como eje central de esta región, las estrategias vinculadas a digitalización se orientan básicamente a la consolidación del liderazgo global del que el país ya goza. Es importante destacar que en este caso se habla de estrategias en plural porque no se identifica un plan centralizado sino distintas líneas de política vinculadas a tres áreas: defensa, industria 4.0 y desarrollo de la infraestructura de conectividad (4G, 5G y 6G). Este tipo de configuración de la planificación de Estados Unidos, fragmentaria en apariencia, en ausencia de un plan estratégico general, atiende a las particularidades de la gobernanza política y económica del país, en términos de lineamientos transversales y un rol constitutivo otorgado a la articulación público-privada para la definición y puesta en práctica de las políticas. Todas las iniciativas articulan en su diseño y gestión a actores públicos y privados, y un puñado de iniciativas se destacan por su transversalidad a estas distintas áreas de actuación.

Por un lado, la Digital Government Strategy, si bien es la estrategia de e-gov del gobierno central, es relevante por contemplar instrumentos que permiten al Estado tomar decisiones en digitalización, canalizar y evaluar: incluye dos instrumentos principales, US Digital Service y US Digital Corps (training), destinados a la generación de cuerpos de profesionales *full time* de asistencia al Estado en cuestiones de digitalización. En segundo lugar, el Consortio Internet Industrial –que reúne a las grandes empresas GE, IBM, Cisco, Intel y AT&T– tiene rango oficial de asesoría al Estado en todas las etapas del desarrollo de internet para la industria. Y el Consortio para la Apertura y la Interconexión, orientado esencialmente al desarrollo de 5G, está integrado por Samsung, Cisco, GE e Intel, con la misma llegada al Estado central. Las distintas iniciativas digitales se vinculan en diversos puntos con el *Manufacturing USA Strategic Plan* (US Government, 2019), orientado a la incorporación de tecnologías 4.0 en la industria manufacturera del país.

En la Unión Europea, existe una iniciativa regional liderada por la Comunidad Europea que se propone como el marco de referencia donde encuadrar las estrategias nacionales (Comisión Europea, 2021). Se trata de la *Digital Compass* o Brújula Digital (BD) que, enmarcada en desafíos principalmente sociales (inclusión social, libertad de elección, promoción de la participación, seguridad y empoderamiento ciudadano) con el desarrollo digital como uno de sus *drivers*, propone cumplir con cuatro objetivos regionales para 2030: población con competencias digitales y profesionales digitales altamente cualificados, infraestructuras digitales seguras y sostenibles, transformación digital de las empresas, y digitalización de los servicios públicos.

Las áreas prioritarias de intervención del plan son manufactura, sanidad, construcción, agricultura, movilidad, administración pública y corredores 5G paneuropeos, y en función de ello se busca promover algunas tecnologías prioritarias, tales como *blockchain*, procesadores de baja potencia, computación de alta performance, computación cuántica y tecnologías de ciberseguridad. En la Brújula Digital no se definen instrumentos específicos sino la naturaleza general del tipo de iniciativas a promover: proyectos plurinacionales variados en las áreas y tecnologías previamente definidas, con cofinanciación de la CE, y se postula la imprescindible articulación con los Estados miembros de la Unión Europea para la adaptación de su diseño e implementación.

Recuadro 1. Reino Unido: un enfoque de políticas orientadas por misiones en elaboración

Reino Unido se propone, entre otros, dos objetivos específicamente denominados como “misiones”, vinculados a los desafíos productivos de incrementar la productividad de la economía y crear nuevas empresas y puestos de trabajo:

- Misión 1. Desbloquear el valor de los datos en la economía, para garantizar que el Reino Unido sea un líder mundial en datos, esto es: establecer las condiciones correctas para que los datos sean utilizables, accesibles y estén disponibles en toda la economía, protegiendo al mismo tiempo los derechos de los datos de las personas y la propiedad intelectual de las empresas privadas.
- Misión 2. Generar un régimen de datos que favorezca el crecimiento y la confianza, beneficiando a las empresas grandes y pequeñas (en ese orden) manteniendo un régimen de datos en el Reino Unido que no sea demasiado oneroso para la empresa media, que ayude a innovadores y emprendedores a utilizar los datos de forma responsable y segura, sin incertidumbres ni riesgos normativos indebidos, para impulsar el crecimiento de toda la economía.

En ambas misiones se plantea como condición de partida que los ciudadanos sean agentes activos en la economía digital y que tengan confianza en la forma en que se gestionan los datos, incluidos los personales. Sin embargo, la iniciativa digital del gobierno central que enmarca estas misiones, la *National Data Strategy* (U.K. Government, 2020), se encuentra actualmente en elaboración por parte de su ente director, el *Department for Digital, Culture, Media & Sport* dependiente del gobierno central. Por lo tanto, los sectores y tecnologías específicos a priorizar se encuentran en proceso de evaluación con consejos consultivos y grupos de trabajo, a partir de lo cual se definirán las iniciativas e instrumentos de política específicos que comprenda la estrategia nacional. Esta restricción lamentablemente no permite extraer lecciones específicas de la experiencia británica en cuanto a instrumentos y políticas, aunque su planificación se enmarque parcialmente en el enfoque de políticas orientadas por misiones.

España es un caso para destacar dentro de la Unión Europea. Este país cuenta con su Agenda Digital 2025 (AD25) (Gobierno de España, 2022), que es un plan de cabecera dirigido por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, en coordinación de iniciativas particulares con el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. A su vez, en el Consejo Consultivo para la Transformación Digital que asesora en forma directa al Ministerio económico y digital, participan: la Comisión Permanente de Telecomunicaciones, Infraestructuras Digitales Conectividad Digital y Sector Audiovisual; la Comisión Permanente de Digitalización de la Economía, la Administración y la Ciudadanía; y un Consejo Asesor en Inteligencia Artificial.

En este marco se proponen 10 objetivos, la mayoría de ellos vinculados a la digitalización de la economía. Tres se refieren a la mejora de las infraestructuras: conectividad digital adecuada para el 100% de la población y desaparición de la brecha digital rural-urbana, más continuar liderando en Europa el despliegue de la tecnología 5G. Otro grupo de objetivos remite a la ciudadanía en general: incrementar las competencias digitales de los trabajadores y ciudadanía, y garantizar los derechos digitales ciudadanos, proponiendo políticas de educación digital para la administración pública y la fuerza de trabajo, estableciendo derechos

específicos sobre los datos y un marco laboral de teletrabajo. También se plantea digitalizar completamente las administraciones públicas, a través del concepto de *Ciudadano 360°* y un marco regulatorio actualizado.

Recuadro 2. Instrumentos de política para la digitalización productiva en España: brecha digital, ecosistema emprendedor y ciberseguridad

Los instrumentos de política específicamente vinculados a digitalización productiva que propone la Agenda Digital 2025 de España son numerosos y variados. Aquí se destacan los más relevantes para considerar en relación con las demandas de la digitalización de nuestro país:

- Bonos de conectividad, con una línea específica para pymes y autónomos de sectores productivos y zonas diversas (subvenciones para afrontar gastos de instalación o mejora de infraestructura de conectividad a internet, herramientas de trabajo remoto, etc.);
- Un proyecto de Ley General de Telecomunicaciones que apunta a propiciar el despliegue de 5G;
- Un Plan de atracción de infraestructuras digitales transfronterizas orientado a 5G y puntos de amarre de cables de internet submarinos;
- Un Plan Nacional de Competencias Digitales, con una línea específica de prioridad a mujeres, adultos mayores, ciudadanía con bajo nivel de ingresos y educación, y áreas no urbanas;
- Una línea de Digitalización de Pymes que comprende establecer una red de capacidades e infraestructuras para la innovación digital (Agrupaciones Empresariales Innovadoras, Digital Innovation Hubs y Oficinas de Transformación Digital del Programa Acelera Pyme, entre otras).
- Programas Acelera Pyme (talento digital, transformación digital, inteligencia artificial y tecnologías habilitadoras, economía del dato y contenidos digitales y emprendimiento), Activa Industria 4.0 y Plataforma Comercio Conectado;
- Una Ley de *startups* (régimen de promoción clásico);
- Modernización de la arquitectura financiera pública de apoyo al emprendimiento con la creación de un fondo público-privado para soluciones de computación en la nube, tecnologías del lenguaje, *big data & analytics*.

En ciberseguridad:

- Fortalecimiento de la ciberseguridad de ciudadanos, pymes y profesionales a través de sensibilización y formación, identificación de talentos y líneas telefónicas de ayuda.
- Impulso del ecosistema empresarial del sector de ciberseguridad con programas de apoyo a empresas, pymes y *startups* para su creación, crecimiento, incremento de su portafolio e internacionalización, y programas de promoción de personas emprendedoras y capital semilla.

Como puede observarse, los distintos grupos de instrumentos se orientan prioritariamente a garantizar la conectividad adecuada para la producción (incluyendo el tráfico transfronterizo de datos), la educación digital para el mundo del trabajo, la aceleración de pymes y el fortalecimiento del ecosistema emprendedor, sobre todo en lo vinculado a la financiación privada de la innovación. En este marco, la ciberseguridad aparece como un área transversal de soporte al conjunto de iniciativas de digitalización productiva.

En términos específicamente productivos la AD25 española se propone digitalizar las empresas, en especial mipymes y *startups*, generar proyectos tractores de transformación sectorial (en los sectores agroalimentario, salud, movilidad, turismo y comercio) y promover el

ámbito audiovisual (una “marca país” en España). En los términos más amplios, un objetivo de todo esto es transitar hacia una economía del dato, la seguridad y la privacidad mediante IA, y en especial desarrollar tecnologías de ciberseguridad y *cloud computing*.

Israel, por su parte, destaca por su alto grado de desarrollo tecnológico y digital donde, sin embargo, persisten necesidades de fortalecimiento en torno a dos objetivos centrales: de crecimiento (impulsar las industrias y empresas digitales; desarrollar el mercado de trabajo en la era digital; apoyar el desarrollo de las infraestructuras) y de reducción de las brechas sociales y geográficas (acercar la periferia geográfica y social; reducir el coste de la vida; etc.). A la par de esto, el liderazgo mundial en gobierno electrónico es el tercer objetivo estratégico de la *Israel Digital National Initiative (IDNI) 2017-2022*. La IDNI está centralizada en cabeza del Ministerio para la Igualdad Social, que coordina el equipo de implementación conformado por el Ministerio de Economía e Industria, la Autoridad de Innovación de Israel, el Consejo de Educación Superior, Ministerio de Salud, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Asuntos Sociales y Servicios Sociales, la Administración del Gobierno Local en el Ministerio del Interior, la Autoridad Fiscal y el Instituto Nacional de Seguros.

Las principales inversiones del Estado en desarrollo tecnológico se concentran en IA y ciencia de datos, movilidad inteligente, salud digital y gobernanza electrónica. Políticas destacadas en este marco son, por ejemplo: el Plan Estratégico Nacional para la Manufactura Avanzada en la Industria (Ministerio de Economía e Industria), el Programa de incentivos preparatorios para la I+D para empresas de la industria manufacturera (Autoridad de Innovación de Israel), la Iniciativa de elección de combustible y movilidad inteligente (establecida en 2010), el Programa de laboratorios de innovación, el incremento del capital para las *startups* de la Industria 4.0 (Roland Berger, 2016a y 2016b) y el incremento de la inversión en investigación básica (ibídem).

Australia es un caso especialmente relevante pensando en la Misión Digital de Argentina, por el tipo de sectores que se priorizan en las políticas de digitalización productiva. La Digital Economy Strategy de Australia (Commonwealth of Australia, 2021), liderada desde el Departamento del Primer Ministro y del Gabinete, se plantea el desafío de transformar al país en una economía y sociedad digital líder en el mundo para 2030.

Las áreas de intervención prioritarias son pymes digitales, sectores primarios y secundarios modernos de exportación (como manufacturas, minería, agricultura y construcción), sector tecnológico (*startups*, *fintech*, *regtech*²⁰ y juegos digitales), servicios gubernamentales, infraestructura digital (asignaciones de espectro, conectividad regional e inversiones en 5G), ciberseguridad, seguridad y confianza, habilidades e inclusión, sistemas y regulación (identidad digital, derecho a los datos de los consumidores, facturación electrónica y modernización de los registros empresariales), y comercio internacional digitalizado (acuerdos comerciales digitales, normas internacionales y Plan de Acción de Exportación de

²⁰ Tecnologías de registro de datos.

Servicios). En términos de tecnologías, se apunta prioritariamente a inteligencia artificial, IoT, analítica de datos, *blockchain* y computación cuántica, como herramientas básicas para el desarrollo de las áreas mencionadas. Un conjunto de iniciativas específicas de la Digital Economy Strategy cabe destacar en este relevamiento:

- Incentivos fiscales para el sector de los juegos digitales.
- Fomento a la inversión empresarial en tecnologías digitales.
- Concursos en tecnologías digitales.
- Iniciativas conjuntas con la industria para asegurar las redes móviles de Australia (5G y futuras redes 6G) y la infraestructura de los centros de datos, en términos de ciberseguridad.

Por último, entre las naciones asiáticas aliadas al mundo occidental nos enfocamos en Japón, Corea del Sur y Singapur. En los tres casos se proponen estrategias digitales de frontera que es relevante conocer por su grado de avance en términos de digitalización productiva y social.

Japón ha delineado su National Data Strategy a 2025 (NDS) (Japan Government, 2018), con un esquema de gobernanza centralizado en cabeza de la Oficina de Estrategia Nacional de la Secretaría del Gabinete, y en plena coordinación con el Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI). Para la articulación de la iniciativa de gobierno digital, que alcanza a todos los niveles del Estado (nacional y subnacionales), se instituyó una Agencia Digital también centralizada.

El desafío de la NDS es constituir una sociedad humanocéntrica con nuevos valores en la que el ciberespacio y el espacio real estén muy integrados (“gemelos digitales”), una “sociedad 5.0”. Los objetivos tienen que ver con que cada persona/empresa controle sus propios datos, conectividad plena y permanente, seguridad total de los datos, cocreación de valor digital, administración basada en la evidencia y maximización del valor de los datos. En función de dichos objetivos se definen áreas de intervención prioritarias, donde la mayoría son socioeconómicas (sanidad, educación, gestión del riesgo de catástrofes, agricultura, infraestructuras, ciudades inteligentes). La industria no figura como área de preocupación especial, lo que da cuenta del alto piso en digitalización productiva del que se parte. En relación a la infraestructura digital, se prioriza promover el uso de recursos informáticos por el sector privado y una estrategia para la industria digital de semiconductores, la IA y la seguridad en la nube. El instrumento central de viabilización de las diversas iniciativas es la creación de una plataforma digital gubernamental bajo el concepto de *government platform of platforms*, que impulsa y soporta el desarrollo de infraestructuras para las distintas áreas de intervención y una política de gobierno abierto que permita coordinar a los actores y canalizar las plataformas y sitios de las diversas iniciativas digitales públicas y privadas (Digital Agency, 2021).

El gobierno de Corea del Sur, por su parte, definió en 2020 el Digital New Deal (DND) (Government of the Republic of Korea, 2021) en torno a los desafíos de crear, para 2025, nuevas industrias en sectores de servicios, fortalecer la cadena de valor de insumos-procesamiento-servicios, obtener resultados percibidos por las personas, y lograr la

convergencia digital e industrias hiperconectadas como Metaverso y nube, en camino al liderazgo digital global. Los objetivos se concentran en una mayor integración de D.N.A. (datos, redes, IA, por sus siglas en inglés) en toda la economía, el avance de la “infraestructura sin contacto” (*contact-less*), el desarrollo de las industrias hiperconectadas –incluido el metaverso–, etc.

Recuadro 3. Iniciativas transversales para la digitalización productiva de Australia: seguridad de los datos, reformas normativas y financiamiento privado

Se destacan cuatro iniciativas transversales a las distintas áreas económicas y tecnológicas prioritarias definidas en la *Digital Economy Strategy* de Australia:

Un **Plan de Acción Nacional de Seguridad de Datos**, que proporciona al Gobierno un enfoque de la seguridad de los datos en toda la economía, y establece la hoja de ruta para el desarrollo de normas claras de seguridad de los datos para toda la economía digital. Normas y controles de seguridad de datos coherentes garantizan que el gobierno sea capaz de prestar servicios digitales basados en la seguridad y respaldados por la confianza del público. El gobierno de Australia proporciona una financiación adicional para ampliar el Fondo de Innovación de la Asociación de Ciberseguridad (entidad empresaria) para que la industria y los proveedores de educación lleven a cabo más proyectos que cumplan los requisitos locales para mejorar rápidamente la calidad y la cantidad de profesionales de la ciberseguridad. También implementó tres centros cibernéticos que permiten a los principales organismos, como Defensa, Asuntos Internos y Servicios de Inteligencia de Australia proporcionar servicios cibernéticos a aquellos organismos que no pueden igualar su amplitud y profundidad de conocimientos. Esto aumenta la protección de los servicios y datos del gobierno en los que pueden confiar los/as australianos/as y las empresas, y es un obstáculo para los actores maliciosos y a la ciberdelincuencia.

El **Plan de Negocios Digitales** y la **Agenda de Desregulación** eliminan gradualmente la regulación obsoleta y onerosa, y apoyan una mayor adopción de la tecnología digital, manteniendo al mismo tiempo las protecciones esenciales. Esto ha permitido a las empresas celebrar reuniones virtuales y ejecutar documentos por vía electrónica, y reformar la regulación de las instalaciones de valor almacenado para impulsar la competencia y la innovación. En el Plan de Negocios Digitales se realizó una inversión adicional de USD 420 millones para aplicar plenamente el programa de modernización de los registros empresariales, que permite a las empresas ver, actualizar y mantener rápidamente los datos de sus registros empresariales en un solo lugar, en lugar de los más de 30 registros actuales.

El sistema fiscal australiano ofrece una serie de incentivos para ayudar a las empresas a digitalizarse, adoptar nuevas tecnologías e innovar. La desgravación temporal total permite a las empresas que reúnen los requisitos deducir inmediatamente la parte empresarial del coste de un activo en el año en que se utiliza o instala por primera vez, lo que fomenta la inversión para la digitalización. Las **Sociedades Limitadas de Capital Riesgo** en su fase inicial ofrecen beneficios fiscales para estimular la inversión de capital riesgo.

En tanto, el **incentivo fiscal a la investigación y el desarrollo (I+D+i)** ofrece a las empresas una compensación fiscal por los gastos de I+D subvencionables realizados para desarrollar productos, procesos y servicios nuevos o mejorados.

En dirección al primer objetivo (mayor integración de datos, redes e IA) se establecieron las siguientes iniciativas: ampliar el programa My Data (centralización de los datos de usuario para todas las ventanillas públicas) a todos los sectores (modificando la Ley de Protección de Datos Personales) y apoyar el tratamiento de la información con seudónimo (para garantizar su anonimato y así proteger los datos personales), promulgar leyes clave sobre la transición a la economía digital y construir una red internacional de cooperación en I+D sobre 6G. En el marco del objetivo 3 de la DND (desarrollo de las industrias hiperconectadas) Corea se propone construir plataformas metaversas abiertas y apoyar la creación de contenidos para el metaverso, probar de forma piloto la convergencia de robots/servicios basados en 5G/AI para abordar problemas sociales, facilitar la transición de los sistemas de información pública a los servicios de nube privada, llevar a cabo proyectos de convergencia/vinculación para las tecnologías *blockchain* a gran escala y mejorar la identificación y aplicación de servicios inteligentes de IoT. En función de ello el gobierno “creó el impulso para el cambio” asegurando suficientes inversiones fiscales durante 2020 y 2021: revitalizó el ecosistema de innovación de Corea construyendo plataformas de Big Data (16 plataformas, 150 centros y 4.036 tipos de datos), construyendo y proporcionando datos de aprendizaje de IA (se crearon 170 tipos de datos que se han puesto a disposición del público en ocho áreas, entre ellas voz humana y lenguaje natural), proporcionando *vouchers sin contacto* que mejoran la infraestructura educativa (se establecieron redes inalámbricas en las escuelas cubriendo un total de 310.000 aulas y se sustituyeron 255.000 ordenadores anticuados) y digitalizando la infraestructura del SOC.

También, el gobierno coreano se comprometió con el sector privado para la creación de ecosistemas para nuevas industrias y la expansión de las inversiones privadas. En el sector digital, muchas empresas privadas oficiaron su entrada en los negocios de IA y datos a través del proyecto Data Dam, y aceleraron la transformación digital de los sectores relacionados con las TIC.

Singapur, por su parte, planifica en 2018 su desarrollo digital a 2025 a partir de la iniciativa Smart Nation and Digital Economy (SNDE), liderada por la Fundación Nacional de Investigaciones dependiente de la Oficina del Primer Ministro, en conexión con los Ministerios de Industria y Salud. El desafío es construir una economía digital, un gobierno digital y una sociedad digital, mejorando las capacidades locales y creando nuevas asociaciones, y generando liderazgo

Recuadro 4. Data Dam Corea: el dique de datos que optimiza la explotación de la IA en el país

Data Dam es básicamente un “dique de datos” creado por el Estado que pretende crear más oportunidades de empleo mejorando las industrias existentes y desarrollando servicios innovadores.

Data Dam recopila datos de las redes públicas y privadas participantes (como las de biología, finanzas, fabricación y medicina, entre otras) y estandariza y procesa la información, utilizándola para crear mejores sistemas inteligentes de IA. También fusiona los datos acumulados, utilizándolos para el aprendizaje de la IA. La recopilación de datos permite a las empresas establecer una base de datos de IA conectada a la red 5G en todo el país, aumentando su productividad y competitividad.

tecnológico para posicionar a Singapur como centro innovador de confianza e intermediario de valor añadido en tecnologías digitales. Nuevamente se observa, como en los casos de Japón y Corea del Sur, que la política digital apunta a extender la ya profunda digitalización del país hacia ámbitos específicos de liderazgo tecnológico regional y global. En este marco, los objetivos estratégicos del plan son tres: mejorar el atractivo de Singapur como banco de pruebas y trampolín para desplegar nuevas soluciones tecnológicas, reforzar las estrategias de traducción tecnológica para satisfacer los diferentes niveles de capacidad digital en los distintos segmentos empresariales, apoyar el trabajo del Consejo de la Economía del Futuro para hacer crecer las empresas locales líderes y perfeccionar su ventaja competitiva en la economía digital global. Las áreas de desarrollo tecnológico priorizadas son IA, ciberseguridad, tecnologías de confianza²¹ y preservación de la privacidad (para garantizar la protección de los datos e infundir confianza en las transacciones digitales),²² computación cuántica y 5G. Los instrumentos en que se apoya la implementación del plan son:

- Un Programa Nacional de I+D orientado a *startups* de ciberseguridad.
- Un Centro para la Inteligencia Artificial y la Gobernanza de Datos (radicado en la Universidad de Gestión de Singapur).
- El programa AI.SG (abarca todo el espectro de la investigación, la innovación y la empresa).²³
- AI Makerspace (plataforma que comprende conjuntos de datos abiertos, herramientas de IA y soluciones preconstruidas que las pymes y *startups* pueden descargar para iniciar su recorrido en IA).
- AI for Industry (AI4I) para formar a los empleados de las empresas en técnicas de IA que pueden utilizar para los proyectos de sus empresas.
- Beca Singapore Digital (desarrollo de talentos).
- Programa de doctorado AI Singapore.
- Oficina de Nación Inteligente y Gobierno Digital.

²¹ Tecnologías seguras en términos informáticos.

²² Un ejemplo claro del agregado de valor en que se sustenta la definición de este tipo de tecnologías como estratégicas: con el creciente énfasis en las fuentes certificadas, la capacidad de garantizar la procedencia de cada producto o componente se valorará mucho. Las tecnologías de confianza serán un elemento clave para conseguirlo; por ejemplo, la tecnología *blockchain* podría desplegarse para certificar la procedencia de los productos alimentarios, brindando tranquilidad a los consumidores ("marcas de confianza").

²³ AI.SG es un programa nacional puesto en marcha por la Fundación Nacional de Investigación de Singapur (NRF) para afianzar las capacidades nacionales en materia de inteligencia artificial. La oficina del programa tiene su sede en la Universidad Nacional de Singapur (NUS) y reúne a todas las instituciones de investigación con sede en Singapur y al ecosistema de nuevas empresas de IA y compañías que desarrollan productos de IA para llevar a cabo investigación inspirada en el uso, crear las herramientas y desarrollar el talento para impulsar los esfuerzos de Singapur en materia de IA. La AISG está impulsada por una asociación de todo el gobierno que incluye a la NRF, la Oficina del Gobierno Digital y de la Nación Inteligente (SNDGO), el Consejo de Desarrollo Económico (EDB), la Autoridad de Desarrollo de Medios de Comunicación (IMDA), SGIInnovate y los Sistemas Integrados de Información Sanitaria (IHIS). A 2022 AI.SG ha contratado a más de 300 empresas y ha puesto en marcha más de 60 proyectos en el marco de la iniciativa 100 Experimentos, por ejemplo, que se centra en sectores como la sanidad, las finanzas y los bienes de consumo rápido.

- Satélites Nacionales de Excelencia para ciberseguridad.
- Consorcio de Ciberseguridad de Singapur (público-privado).
- Centro de Investigación en Tecnologías de la Privacidad y Centro Estratégico de Investigación en Tecnologías y Sistemas de Preservación de la Privacidad.
- Programa de Innovación Blockchain de Singapur.
- Programa de Ingeniería Cuántica para ayudar a los investigadores a traducir la I+D cuántica en productos comerciales e industriales.
- Desarrollo de nuevas aplicaciones para consumidores y empresas para fomentar la adopción generalizada de 5G.
- *Mission-oriented research* (por ejemplo para el ámbito de la salud).

China e India, los gigantes asiáticos

Los casos de China e India son muy importantes como referencias internacionales en materia de políticas de digitalización por sus fortalezas evidentes en el área, pero también por el desafío de ascender la escalera digital que los ocupa en relación con las potencias del eje atlantista con más capacidades, trayectoria y dominio tecnológicos acumulados en el área. Esto es, el fortalecimiento de la productividad y la difusión de las tecnologías digitales en el entramado productivo sigue siendo un desafío que estas economías emergentes deben atender en función de arribar al liderazgo global en digitalización.

China es una potencia industrial que es necesario mirar en relación con su desarrollo en digitalización productiva. En 2020 China definió la Digital Economy Development Strategy (DEDS), liderada por la CAIT (China Academy of Information and Communication Technology) (CAICT, 2020). La DEDS se plantea los ambiciosos desafíos de instaurar una nueva filosofía de desarrollo, generar desarrollo de alta calidad, establecer una reforma estructural de la oferta industrial y tecnológica del país, construir un sistema económico moderno y un país manufacturero y cibernético fuerte y acelerar el desarrollo de la economía digital. En este marco, definen una serie de objetivos que expresan, por un lado, una fuerte orientación interna hacia la transformación digital de la economía centrada en los campos industriales en que el país lidera, y al mismo tiempo, objetivos orientados a la cooperación tecnológica con el exterior enmarcados en el plan maestro del país para erigirse como potencia global principal (el proyecto de la Franja y la Ruta).

De esta manera, acelerar la transición de la economía hacia la valorización basada en los datos, promover la transformación digital de la economía real, mejorar las capacidades básicas de las industrias nacionales, reforzar las capacidades nacionales para gobernar la economía digital, y profundizar la apertura y la cooperación con el exterior en la economía digital son los objetivos concretos que se plantean. En función de ellos se establece un conjunto de áreas prioritarias de intervención relacionadas con la gestión de datos (recogida, registro, almacenamiento, transmisión, gestión y aplicación de datos; intercambio de datos abiertos y protección de los derechos de propiedad intelectual; protección de la privacidad y protección de la seguridad) y áreas industriales y tecnológicas específicas para promover (prioridad a los sectores del acero, petroquímica, maquinaria, información electrónica, logística

y energía; investigación de base en tecnologías básicas y clave como circuitos integrados, software básico y equipos principales). Vale remarcar que los instrumentos específicos de aplicación de la Estrategia Digital de China no son públicos, lo que no permite acceder a información aún más precisa sobre las iniciativas para concretar los objetivos en estas áreas. Es relevante resaltar una vez más que las iniciativas de la DEDES se vinculan esencialmente al Plan de Acción sobre la Conectividad Estándar de la Franja y la Ruta (desarrollado entre 2018 y 2020), la Ruta de la Seda Digital y la Iniciativa Global sobre Seguridad de Datos, que tienen que ver con fortalecer las infraestructuras de conectividad y sus tecnologías asociadas en los países y regiones en los que China invierte fuertemente en cooperación internacional bajo objetivos geopolíticos. Por último, el plan Made in China 2025 es también un marco más amplio en el que se inserta la DEDES, puntualmente orientado a la manufactura inteligente.

Recuadro 5. La introducción de las “misiones tecnológicas” en India en los años 80

Si bien las políticas de desarrollo industrial y tecnológico a través de misiones tuvieron su epicentro de aplicación en Estados Unidos y, actualmente, el abordaje está en boga en la Unión Europea, India fue pionera en introducir este abordaje de política en los años '80. Más específicamente, en 1987, con Rajiv Gandhi como Primer Ministro, se introdujeron cinco misiones que buscaban atacar necesidades tecnológicas y sociales urgentes para la economía y la sociedad india: 1) inmunización, 2) semillas, 3) alfabetización, 4) agua potable y 5) telecomunicaciones.

La misión de inmunización se propuso avanzar con la administración de vacunas por la vía oral para la polio, habida cuenta de que India era uno de los países con más casos del mundo. Para ello, se necesitaba asegurar las condiciones de la cadena de frío, lo cual implicó un desafío de articulación con el sector industrial para producir refrigeradores. A través de la articulación con Francia y Rusia, con los años, India pasó de no producir vacunas para la polio a iniciar su propia producción. En 2013 India fue declarada libre de polio.

La misión de semillas se proponía aumentar su producción para disminuir la importación de aceites comestibles. Para ello, se avanzó sobre tierras no explotadas y se realizó un trabajo de extensionismo con productores rurales. Así se lograron reducir las importaciones de aceites vegetales. En lo que respecta a la misión de alfabetización, el objetivo fue enseñar y motivar a la población de entre 18 y 35 años a leer y escribir, dado que el índice de analfabetismo alcanzaba el 50% en India. Respecto al agua, se identificaron 100.000 pueblos de la India en donde se buscó hacer nuevos pozos de agua e introducir métodos de potabilización.

Finalmente, en la misión orientada a las telecomunicaciones, el objetivo oficial de la misión fue mejorar el servicio, la fiabilidad y la accesibilidad de las telecomunicaciones en todo el país, incluidas las zonas rurales. Para muchos pueblos, significó la llegada de la conectividad.

En las décadas subsiguientes, India continuó trabajando a partir de misiones tecnológicas en diferentes áreas. De hecho, aún hoy existen misiones de distinto tipo en India enfocadas a la energía, la salud pública, la ciencia y la tecnología, etc. Y más allá de que existen aspectos perfectibles, la experiencia india es un caso interesante dado que permitió adaptar el marco de misiones no necesariamente a correr la frontera tecnológica, sino a dar cuenta y apuntar a resolver problemas propios de un país en desarrollo.

Fuente: elaboración propia con base en Gonzalo (2018).

Por su parte, Digital India es el plan de desarrollo digital que el Estado indio delineó en 2006 y se encuentra en actualización permanente hasta la actualidad. Lo coordina un Comité de Seguimiento de Digital India dirigido por el Primer Ministro, un Grupo Asesor presidido por el Ministro de Comunicaciones e IT y un Comité Apex presidido por el Secretario del Gabinete. A su vez, un Comité del Gabinete de Asuntos Económicos toma las decisiones políticas a nivel de programa, y un Comité de Financiación de Gastos y un Comité de Gastos No Planificados evalúan financieramente y aprueban los proyectos según la delegación de poderes financieros existente en el país. *Digital India* se propone enfrentar el desafío de transformar a la India en una sociedad digitalmente empoderada y en una economía del conocimiento. En este contexto, los objetivos son desarrollar la infraestructura digital como utilidad básica para todos los ciudadanos, desarrollar la gobernanza electrónica y fortalecer la capacitación digital de los ciudadanos.

Similar al caso de Japón, las iniciativas de gobierno digital se establecen como la vía centralizada de canalización de todas las estrategias de desarrollo digital del país, incluidas las vinculadas al ámbito productivo. Por lo tanto, más que iniciativas e instrumentos vinculados directamente al ámbito productivo, se establecen lineamientos y políticas de gobierno digital para impulsar la digitalización de la economía. Así, se priorizan las siguientes áreas de intervención del plan: internet de alta velocidad; fibra óptica *gigabit*; identidad digital de la cuna a la tumba; teléfonos móviles; cuentas bancarias y plataformas financieras; Ventanilla Única Gubernamental; nubes interestatales subnacionales; y alfabetización digital universal. Otras iniciativas vinculadas a digitalización productiva son Make in India, destinada a potenciar la industria manufacturera y el aumento del valor agregado en los productos industriales mediante paquetes de incentivos especiales más un fondo para el desarrollo y crecimiento de la industria IT; y Start-up India, destinado a construir un ecosistema que fomente la innovación y la creación de nuevas empresas de alto nivel, por lo general vinculadas a modelos de negocio digitales. Por su estrecho vínculo con el impulso al sector de software y servicios informáticos del país, ambas iniciativas se desarrollan *in extenso* en el apartado de experiencias internacionales en políticas de SSI.

América Latina: los casos de México y Brasil

En América Latina, la difusión de tecnologías en el entramado productivo y el desarrollo de capacidades locales son puntos de partida básicos en la concepción de las estrategias de desarrollo digital. Aquí se releva a los países más grandes de la región, México y Brasil, como casos de referencia por la importancia de sus economías, y también por los contrastes que dejan ver entre sí en relación con el alcance de sus políticas de digitalización según las capacidades que han acumulado a lo largo del tiempo y su grado de desarrollo actual en el tema.

Brasil es un caso de amplio interés de este estudio, y por eso se desarrollará con particular detalle. La Estrategia Brasileña para la Transformación Digital (E-Digital) (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2018) se enmarca en el desafío de incrementar la

productividad, la competitividad y los niveles de renta y empleo en todo el país para construir una sociedad libre, justa y próspera para el conjunto de la población. Es un plan estratégico de corta duración (2020-2022) liderado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, en articulación con el Comité Interministerial para la Transformación Digital, el Grupo de Transformación Digital de los Estados y el Distrito Federal, y la Red Nacional de Gobierno Digital (Rede gov.br).

Se propone objetivos vinculados a infraestructura de conectividad (ampliar el acceso a internet y las tecnologías digitales), seguridad de los datos (fortalecer una internet segura, fiable, usable en servicios y consumo, respetando los derechos ciudadanos), gobierno digital dinámico, cercano y eficiente, expandir la producción científica y tecnológica en tecnologías digitales para los grandes retos nacionales, capital humano (formando a la sociedad para el mundo digital y el trabajo del futuro) y liderazgo tanto en los foros mundiales de temas digitales (estimulando la competitividad y presencia de las empresas brasileñas en el extranjero) como el liderazgo en Latinoamérica promoviendo la integración regional en la economía digital. En función de ello, una de las áreas prioritarias de intervención definidas en la Estrategia es la transformación digital de la economía.²⁴ Las tecnologías a promover a partir del plan son banda ancha, 5G, infraestructuras de transporte de datos, big data, IoT, nube, IA, microelectrónica, automatización y robótica y criptografía. En este marco, las iniciativas de política centrales son:

- La creación de Datacenters.
- Un Plan Nacional de IoT.
- El impulso al modelo de negocios de plataformas digitales: *e-commerce*; industrias creativas (música y audiovisual); emprendedorismo digital (en general, y en *fintech* en particular).
- Iniciativas de seguridad digital como el “certificado digital” de identidad de las personas físicas y jurídicas.
- Promoción de las *startups* digitales.
- Internacionalización de las empresas brasileñas en la economía digital.

La Estrategia Brasileña para la Transformación Digital se vincula con otras tres iniciativas ligadas a digitalización como la Ley de Gobierno Digital y la Estrategia de Gobierno Digital 2020-2022, junto a la Estrategia Nacional de Ciberseguridad. En términos de métricas de las políticas, Brasil establece indicadores específicos por eje, pero también indicadores internacionales comparables, por ejemplo: para las líneas de infraestructura se utiliza el Índice de Desarrollo de las TIC de la UIT, para ciberseguridad el Índice de Ciberseguridad Global (ICG) de la UIT, para comercio electrónico el Índice de Comercio Electrónico B2C de la UNCTAD, y para las iniciativas de administración electrónica el Índice de Desarrollo de la Administración Electrónica de las Naciones Unidas (EGDI).

²⁴ Además de Infraestructura y acceso a las TIC; Investigación, Desarrollo e Innovación; Confianza en el ambiente digital; Educación y capacitación profesional; Digitalización del gobierno y la ciudadanía.

Recuadro 6. Brasil: promoción de *startups* e internacionalización de empresas digitales

Del caso brasileño es importante resaltar las iniciativas enmarcadas en las dos últimas líneas de política de digitalización productiva que se mencionaron arriba: promoción de *startups* e internacionalización de las empresas de la economía digital.

Para la promoción de las *startups* se propone lo siguiente:

- Marcos legales específicos sobre el uso del capital humano para las empresas emprendedoras, incluyendo la simplificación y facilitación de los procedimientos de contratación de profesionales extranjeros (modernización de las formas societarias, simplificación en la obtención de licencias, simplificación de las normas de apertura y cierre de un negocio, etc.).
- Formación de RRHH especializados en las tecnologías mencionadas arriba (formación para el trabajo).
- Reformulación de los mecanismos jurídicos y fiscales para reducir los riesgos de inversión y costes del capital, facilitando formas más complejas de composición del capital capaces de ampliar los mecanismos disponibles para las inversiones en empresas de nueva creación.
- Oferta de financiación para las fases iniciales de las empresas de base tecnológica, creando un entorno competitivo a nivel internacional para la atracción de capital de riesgo.
- Aceleración, recaudación de fondos, tutoría y conexión con inversores, universidades y empresas ya consolidadas en el mercado.
- Facilitar la contratación de *startups* por parte del Estado, para resolver problemas públicos en los ámbitos de la salud, educación, seguridad y otras.
- En cuanto a la internacionalización de las empresas brasileñas en la economía digital, los instrumentos de mayor interés son los siguientes:
 - Acuerdos y asociaciones con mercados internacionales, apoyando la exportación de Productos y servicios brasileños en internet, incluidos los de las pymes brasileñas, en el ámbito del Programa e-Xport Brasil de Apex Brasil.
 - Mapeo permanente de oportunidades y barreras y apoyo a la inserción de las empresas brasileñas en la exportación por comercio electrónico de bienes y servicios.
 - Eventos, rondas de negocios y conferencias, entre otros, para promover la interacción entre empresas y entidades interesadas en ampliar las exportaciones a través del comercio electrónico.
 - Desarrollo de sellos de calidad para las exportaciones a través del comercio electrónico (por ejemplo, de Inmetro o Apex-Brasil).

Estas iniciativas son de especial interés en relación con la Misión Digital argentina porque, en un contexto de economía periférica y con capacidades acumuladas en determinados sectores intensivos en conocimiento, apuntan a adaptar los marcos regulatorios a los nuevos modelos de negocio innovadores, promover la financiación privada y la internacionalización avalada explícitamente por el Estado.

En México la Administración Pública Federal estableció la Estrategia Digital Nacional 2021-2024 (Diario Oficial de la Federación, 2021), orientada a enfrentar el desafío de construir un país digitalizado y un gobierno austero, honesto y transparente, con autonomía e independencia tecnológicas, centrado en las necesidades ciudadanas, principalmente de las personas más pobres. La Estrategia se plantea un objetivo sumamente básico: acceso a las TIC, banda ancha e internet en todo el territorio. Se concentra en promover las siguientes áreas: Transformación gubernamental, Economía Digital, Transformación educativa, Salud universal y efectiva, Innovación cívica y participación ciudadana, y no se explicita un orden de prioridad de tecnologías específicas.

En la práctica, las iniciativas concretas se restringen a instrumentos para la digitalización de la Administración Pública Federal (APF) y una “Política Social Digital” asociada al despliegue de y acceso ciudadano a la infraestructura TIC, con lo cual la digitalización productiva está fuera del foco de la estrategia nacional por el momento²⁵. La política digital para la APF se orienta a simplificar la vida de la ciudadanía y las empresas, apoyándose en la creación de infraestructuras digitales compartidas entre instituciones, en el software abierto y en la seguridad de la información. Dada la relevancia de este tipo de políticas para facilitar la gestión burocrática en el ámbito productivo, se detalla la serie de iniciativas mexicanas en esta dirección. Un objetivo de base es definir elementos técnicos y normativos clave para la contratación o desarrollo de soluciones tecnológicas propias, de acceso abierto. Además, son objetivos básicos de la Estrategia aquellos relacionados con la contratación y desarrollo de tecnologías de acceso abierto: fomentar el desarrollo de sistemas de información gubernamentales propios y de acceso abierto que se compartan entre instituciones, facilitar la reutilización del código de programación de las aplicaciones gubernamentales para su actualización, mejora o liberación entre las instituciones, impulsar la migración hacia tecnologías basadas en software libre que otorguen mayor flexibilidad a la adecuación e implementación de los proyectos de TIC y alentar el intercambio de conocimientos técnicos entre instituciones para fomentar la adopción de tecnologías basadas en software libre y estándares abiertos.

La formación de capital humano es otro eje prioritario de la Estrategia, centrado en promover la formación de nuevos expertos en TIC y atraer al mejor talento. Respecto a la coordinación burocrática digitalizada entre las instituciones se propone otro grupo de objetivos: intercambio de información entre instituciones para la simplificación de trámites y servicios a la ciudadanía, digitalizar trámites previamente simplificados, promover el desarrollo de infraestructura, plataformas, arquitecturas, normas técnicas, sistemas e interfaces informáticas amigables con las personas usuarias, interoperables con otros elementos técnicos, escalables, perdurables y replicables, promover el uso de la firma electrónica avanzada como medio de autenticación para trámites y servicios, y coordinar el desarrollo e implementación de proyectos tecnológicos con alcance horizontal entre las instituciones.

²⁵ Por esta razón no detallamos aquí los instrumentos de las líneas, que pueden consultarse aquí.

Por último, un aspecto especialmente atendido en la Estrategia mexicana es el de la seguridad de la información digital. En este sentido se plantea promover una política general de seguridad de la información que procure la preservación de la confidencialidad, disponibilidad e integridad de la información resguardada por las instituciones; implementar un Protocolo Homologado para la Gestión de Incidentes Cibernéticos entre las instituciones; coordinar evaluaciones de seguridad en las instituciones para la detección de amenazas y mejorar la gestión de riesgos de seguridad de la información; fortalecer la coordinación entre autoridades para mejorar los procesos de prevención y atención de incidencias cibernéticas; y promover buenas prácticas de prevención y reacción a través de la colaboración con el Centro Nacional de Respuesta a Incidentes Cibernéticos.

La intervención estatal para la digitalización: ¿qué nos dice la experiencia internacional?

A través del recorrido de las experiencias internacionales en políticas de digitalización productiva surgen distintas marcas distintivas por regiones, de acuerdo al grado de desarrollo que ya tienen y al alcance de las estrategias que se plantean a futuro. Entre las potencias mundiales y las economías desarrolladas, las estrategias digitales pueden calificarse como de frontera en la medida en que: a) tienden a definir desafíos de liderazgo tecnológico, actuación en el ciberespacio, fortalecimiento de la economía del dato y de sectores tecnológicos emergentes, y b) los países de referencia son productores de tecnologías digitales de avanzada y/o, en los casos en que compran tecnología, esta se difunde amplia, veloz y provechosamente en el aparato productivo.

En un segundo estadio de su desarrollo digital y, por lo tanto, el de sus estrategias, encuadramos a los gigantes asiáticos China e India. Estos países se caracterizan por diseñar estrategias digitales avanzadas en relación con sus capacidades que actualmente son de alcance intermedio: a) se vinculan a desafíos de crecimiento y cierre de brechas digitales (frente a un grado de heterogeneidad intersectorial más o menos relevante), b) las pymes son un target protagonista, y c) cuando se plantean desafíos de liderazgo, estos se restringen a áreas puntuales de digitalización.

China es una economía pujante y con liderazgo global en muchos ámbitos industriales, y su estrategia de digitalización apunta a fortalecer especialmente la digitalización de las áreas industriales en que son especialmente fuertes (siderurgia, petroquímica, etc.) como base para orientar en forma gradual la economía en su totalidad hacia los datos. Por su parte, India concentra más su plan digital en el desarrollo en promover los cruces entre industria y digitalización, lo cual es aún un desafío para la economía india. Se trata así de dos economías en diferentes escalones del desarrollo económico y posicionamiento global, pero ambas con buena capacidad tecnológica y despliegue de infraestructuras basadas en buena medida en su escala, que a pesar de ello requieren difundir más fuertemente la digitalización en el aparato productivo para pegar un salto que las acerque a la frontera, lo que se refleja en sus estrategias digitales.

En Brasil y México los desafíos a los que se vinculan las estrategias digitales son más limitados que en los dos grupos regionales anteriores: crecimiento económico, acceso digital,

productividad de la economía, despliegue de infraestructuras de conectividad que son limitadas o inexistentes, extrema heterogeneidad tecnológica del sistema productivo, restricciones del empleo y pobreza estructural. Se trata de dos economías de gran tamaño con carencias estructurales, de sistemas productivos donde las pymes son clave en términos de demografía empresarial y empleo, y en una condición periférica que de todos modos alberga capacidades tecnológicas e industriales no despreciables y un despliegue básico de infraestructuras de conectividad de generaciones anteriores a la actual (hasta 4G, sin cobertura total).

CUADRO 2. PERFILES DE LAS ESTRATEGIAS DE DIGITALIZACIÓN PRODUCTIVA EN LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL

Regiones de referencia	Países	Rasgos de las Estrategias	Instrumentos destacados
Occidente central y Asia atlantista	Estados Unidos - Unión Europea - Reino Unido - España - Israel - Australia - Japón - Corea del Sur	Desafíos de liderazgo tecnológico y desarrollo de la economía del dato	Bonos de conectividad para pymes Aceleradoras de pymes digitales
		Fortalecimiento de sectores tecnológicos emergentes	Ley de <i>startups</i> Adaptación del marco regulatorio al ingreso de capital privado
		Actuación en ciberespacio	Sociedad Limitadas de Capital de Riesgo Programas en desarrollo de ciberseguridad Competiciones en tecnologías digitales Dique de datos
Gigantes asiáticos	China - India	Desafíos de crecimiento económico y cierre de brechas digitales	Ventanilla Única Gubernamental
		Desafíos de liderazgo limitados a áreas tecnológicas específicas	
		Las pymes son el target principal	
América Latina	Brasil - México	Desafíos de acceso digital, productividad, infraestructuras de conectividad	Capital semilla para empresas de base tecnológica Contratación de <i>startups</i> por parte del Estado
		Objetivos de crecimiento económico vinculados a restricciones de empleo y pobreza estructural	Creación de <i>datacenters</i> públicos Desarrollo de tecnologías de confianza (certificado digital de identidad, ventanillas únicas, marcas de calidad digital)
		Las pymes y la ciudadanía son el target	Incentivos a la internacionalización de <i>startups</i>

En el cuadro 2 se resumen los perfiles generales de las estrategias de digitalización que se observan a nivel internacional, rescatando algunos instrumentos puntuales por su interés para la Misión Digital argentina.

Asimismo, se identifica una serie de dimensiones transversales que aparecen como puntos centrales y comunes a todas las experiencias analizadas, independientemente del grado de desarrollo digital del país o región o las especificidades de los desafíos por ellos definidos. En el recuadro 7 se destacan dichos denominadores comunes.

Finalmente, ya mirando hacia Argentina, la revisión de la experiencia internacional es de gran ayuda para observar y valorar algunos elementos, instrumentos y abordajes que puedan ser incorporados a la hora del diseño e implementación de una política por misiones en el área digital. En este sentido, España, si bien es un país miembro de la OCDE, aún mantiene brechas digitales relevantes en relación con el resto de las economías europeas. Por ello, buena parte de sus políticas se centran en las siguientes problemáticas y potenciales, compartidas con Argentina: heterogeneidad regional interna y restricciones de conectividad en territorios de la periferia interna, demografía empresarial mayoritariamente compuesta por pymes, necesidad de conectarse económicamente con el resto de las economías de la Unión Europea, grupos poblacionales no despreciables con restricciones de capacitación digital (en ese caso, adultos/as mayores), importante población profesional y diversos sectores productivos (como el agrícola, audiovisual, turismo o comercio) con potencial de mayor digitalización a mediano plazo. Entre los instrumentos de política utilizados por España sobresalen el estímulo al desarrollo de *startups* tecnológicas, la aceleración digital de pymes agrícolas, audiovisuales, de turismo y comercio, la creación de *hubs* de innovación en tecnologías digitales, el desarrollo de las telecomunicaciones como condición de la digitalización, los fondos público-privados para financiamiento de desarrollo de tecnologías digital, el desarrollo de tecnologías en ciberseguridad, etc.

Australia, por su parte, comparte con Argentina la alta presencia de pymes, la importancia de sectores económicos basados en el sector primario como minería, hidrocarburos y agroindustria, capacidades de partida en software, la importancia de un sector tecnológico particular como el de videojuegos, y amplitud territorial con baja densidad poblacional. Además del tipo de políticas presentes en la propuesta española, de la estrategia digital australiana son instrumentos interesantes las competencias tecnológicas para incentivar el desarrollo de tecnologías digitales; los dirigidos a los sectores de exportación como manufacturas, minería, agricultura; y el fortalecimiento del segmento de desarrollo de tecnologías para *fintech*. En este sentido, si bien Australia es un país de alto PBI per cápita, muestra la necesidad y el potencial de concentrar la estrategia de digitalización productiva en la generación de divisas y en el desarrollo de tecnologías de software complejas y especialmente conectadas a los sectores con fuerte base primaria.

Recuadro 7. Denominadores comunes en la experiencia internacional en políticas de digitalización productiva

Importancia creciente de la seguridad de los datos y las “tecnologías de confianza”: se destaca la importancia del desarrollo en ciberseguridad y tecnologías de confianza, independientemente de los sectores específicos que se priorice estimular. La seguridad de los datos es cada vez más una condición de admisibilidad, tanto de los productos y servicios digitales en sí, como de los procesos productivos digitalizados involucrados en la producción que se vende al exterior. Por ejemplo, para acceder a mercados de exportación industrial específicos, como el europeo de alimentos, será requisito una “marca de confianza” digital en los productos que deberá cumplir estándares de seguridad digital equivalentes a los de cualquier otro origen geográfico de la producción exportada. Si Argentina fortalece sus capacidades en esa clase de tecnologías será posible impulsar, con las mismas herramientas de política, un “doble mercado”, el del producto industrial en sí y el de la tecnología digital de confianza asociada a su producción y exportación. Adicionalmente, en productos y servicios estrictamente digitales, particularmente sensibles en términos de seguridad y confianza

–como fintech, software satelital, o de resguardo de la propiedad intelectual– las tecnologías para su producción adquieren más relevancia aún.

Gobernanza de la estrategia de transformación digital: las comisiones de trabajo interministeriales y las mesas de trabajo interactores de carácter permanente son instrumentos destacados en las planificaciones. La gran mayoría de los países apuesta a una gobernanza amplia y coordinada de sus estrategias digitales a nivel interno, ya que estas encuentran un techo infranqueable cuando las infraestructuras de conectividad, los/as profesionales formados/as y el resto de los factores técnicos y humanos que la sustentan desde la base no avanzan acompasadamente, y en general esas áreas son gestionadas por dependencias gubernamentales distintas que deben coordinarse.

Condiciones infraestructurales para el avance de la digitalización: la ampliación y gestión de las *infraestructuras de conectividad y datos* se consideran como objetivos productivos, independientemente de que entre sus impactos centrales figuren otros de tipo “social”. El *capital humano* se considera el pilar de sustentación de cualquier estadio superior de digitalización. La *importancia del desarrollo del gobierno electrónico* aparece en forma generalizada como un factor de relevancia en los procesos de digitalización productiva: a la par de promover la digitalización en las empresas, “hacerles la vida más fácil” en la dimensión burocrática es un requisito para que sean exitosas en los tiempos deseados. En este sentido se incluyen frecuentemente propósitos vinculados a la *gestión gubernamental como facilitadora de los objetivos productivos* (ventanillas administrativas únicas, trámites íntegramente digitales, identidad digital, etc.). El concepto japonés de “*government platform of platforms*” es ilustrativo en este sentido.

La relevancia específica de las infraestructuras de conectividad: en la gran mayoría de las experiencias estudiadas, el avance hacia la difusión de las *redes de comunicación móvil de alta performance en todo el territorio* es un punto central de las estrategias de digitalización productiva. El despliegue masivo de 5G, junto a las acciones tendientes a avanzar hacia el 6G en las economías más fuertes (por ahora centradas en investigación científico-tecnológica de avanzada), se visualizan en todas las regiones del globo como una condición básica para la efectividad de cualquier política digital hacia el futuro, considerando el aumento exponencial en la demanda de conectividad que implicará la completa digitalización de las industrias y los hogares.

En tanto, si bien Corea del Sur se encuentra en un estadio de desarrollo mayor que Argentina, un instrumento particular que se plantea como infraestructura digital de base (Data Dam) es una política a tener en cuenta. Contando con importantes capacidades en software, Argentina puede pensar en el desarrollo, para 2030, de un “dique de datos” que permita incrementar las condiciones para el fortalecimiento del uso y desarrollo de la inteligencia artificial entre las empresas del país. Asimismo, del caso de Brasil, todas las políticas detalladas en el apartado correspondiente pueden ser tomadas como útiles para desarrollar en Argentina, en función de los desafíos económicos y tecnológicos a los que el país se enfrenta y de las capacidades acumuladas en tecnología digital.

Hacia una misión digital: profundizar el avance de la digitalización escalando la estructura productiva y empresarial nacional

En este capítulo de la Misión se sistematizaron los rasgos centrales de la Ley de Economía del Conocimiento y los principales programas e iniciativas lanzados por la Secretaría de Economía del Conocimiento desde 2019, se expuso un dimensionamiento del universo digital argentino haciendo foco en los cuatro ejes/sectores que comprende la Misión, se presentó una serie de tendencias tecnológicas e inversiones de la industria de capital de riesgo que ayudan a comprender qué está observando y dónde está invirtiendo el sector privado a nivel global, y se desarrollaron diferentes casos de planificación en materia de políticas para la digitalización en diferentes países del mundo para extraer una serie de aprendizajes para Argentina. Aquí se concluye introduciendo el marco referencial de misiones y su adaptación a la Misión de digitalización del Plan Argentina Productiva 2030.

El Plan Argentina Productiva 2030 se estructura a partir de 11 misiones. Se busca así adoptar y adaptar el marco conceptual propuesto principalmente por Mariana Mazzucato, una de las principales exponentes a la hora de posicionar y difundir el marco de “nuevas” misiones como forma de estructurar la política productiva e innovativa, desde un planteo más general sobre el papel del Estado en la economía (Mazzucato, 2013, 2014, 2017, 2018; Gonzalo, 2020). Las “nuevas” misiones “mazzucateanas” destacan la relevancia de: a) la direccionalidad de la innovación, apoyando las trayectorias tecnológicas que impliquen mayores riesgos, b) la distribución de riesgos y beneficios entre el Estado y los mercados, evitando la consolidación de ecosistemas de innovación parasitarios y apoyando los ecosistemas virtuosos, c) generar capacidades dinámicas tanto en el sector público como en el sector privado y d) adoptar una mirada amplia del proceso innovativo, con la política pública contemplando los diferentes actores involucrados.

En relación con la experiencia institucional relevada en la sección anterior, en términos de infraestructuras, capacidades tecnológicas, productivas e institucionales acumuladas, Argentina combina segmentos y nichos productivos e institucionales de avanzada (principalmente vinculados al software y la industria satelital) con necesidades y desafíos propios de las estrategias intermedias y básicas (principalmente en materia de desarrollo de infraestructura, fortalecimiento y consolidación empresarial, asimetrías regionales, articulación público-privada, etc.). Por ello, al proponer como lema de la misión “profundizar el avance de la digitalización escalando la estructura productiva nacional” se pretende reforzar la densidad de los ejes/sectores en los cuales Argentina muestra recursos, capacidades y oportunidades al tiempo que se pretende apuntalar las debilidades generales y particulares.

En este sentido, la adopción y adaptación del enfoque de misiones al caso argentino debe sin dudas contemplar las especificidades institucionales, sectoriales y desafíos estructurales de la economía y estructura productiva argentina. En materia digital, como se mencionó al inicio

de esta introducción general, Argentina cuenta con una serie de infraestructuras y capacidades productivas destacables que se sintetizan a continuación:

- Es uno de los principales exportadores de servicios basados en el conocimiento de América Latina.
- Cuenta con empresas y emprendedores que han logrado crecer de manera sostenida, internacionalizarse y convertirse en jugadores globales.
- Su mano de obra tiene un nivel de calificación y dominio del idioma inglés superior a la media latinoamericana.
- Las principales ciudades de Argentina destacan por su nivel de apertura y atractivo cultural, lo cual es bien valorado por los inversores y empresas del exterior.
- Existen instituciones públicas y cámaras sectoriales vinculadas a la digitalización que cuentan con un recorrido importante y buena penetración entre los actores empresariales.
- El sistema universitario es federal y masivo, lo cual permite pensar estrategias agresivas de formación.
- La Ley de Economía del Conocimiento, aún perfectible, cuenta con un recorrido importante y buena aceptación entre los actores del sector.
- Existen empresas públicas relevantes en materia de telecomunicaciones y espacial a partir de las cuales se puede escalar infraestructura, políticas y cadenas productivas.
- Se cuenta con reconocimientos explícitos a nivel internacional hacia actores y empresas del sector espacial, audiovisual, del software, etc.
- Se ha desarrollado una estructura industrial que se enfrenta al desafío de la digitalización, lo cual la convierte en una fuente de demanda.

FIGURA 1. DESAFÍOS ECONÓMICOS Y TECNOLÓGICOS PARA ANCLAR, EVALUAR E INTERVENIR EN EL MARCO DE LA MISIÓN

"Profundizar el avance de la digitalización para escalar la estructura productiva nacional"		
DESAFÍOS		
Económicos	Indicadores	Tecnológicos
Divisas	Exportaciones / IED	Escalado y complejización
Empleo calificado	Empleo fuera de BA / Empleo femenino / Empleo joven	Acceso / Difusión (regional, tipo de empresas, etc)
Empresarialidad, desarrollo tecnológico e innovación	Nuevas empresas / Aceleradoras / Acuerdos de inversión en capital de riesgo / Nuevos unicornios / Creación de empresas públicas	Creación y emergencia de nuevas empresas públicas y privadas y espacios de escalado e innovación
INFRAESTRUCTURA:		
Torres, fibra y equipos de telecomunicaciones, chips y computadoras, robots y satélites, etc.		

Recuadro 8. El impacto de la Misión en los ODS

La presente Misión tiene mucho por contribuir a diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En primer lugar, el foco central de la Misión se centra en dos desafíos productivos principales para Argentina: la generación de divisas a través de exportaciones e inversión extranjera directa (con su consiguiente impacto en el crecimiento y la reducción de la pobreza y la indigencia y la creación de empleo privado formal. De este modo, la Misión tiene impacto directo en ODS tales como el 1 (Fin de la pobreza), 2 (Hambre cero) y 8 (Trabajo decente y crecimiento económico).

Ahora bien, la Misión también se liga con varios ODS adicionales. La fuerte demanda de empleo calificado y la necesidad de formación y capacitación de recursos humanos incide sobre el ODS 4 (Educación). El foco en la creación de empleo calificado en jóvenes, mujeres y diversidades y la mirada federal de la Misión, a través del desarrollo de segmentos dinámicos fuera del AMBA al logro de los ODS 5 (Igualdad de género) y 10 (Reducción de las desigualdades). Asimismo, el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) también tiene un gran protagonismo en esta Misión, a partir del estímulo a la creación de nuevas empresas, incubadoras, aceleradoras y espacios de desarrollo tecnológico e innovación; a la complejización productiva y el escalado digital en ecosistemas y cadenas de valor; y a la difusión de sistemas tecnológicos en la regiones y pymes. Por último, la Misión también procura aportar a los ODS 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas) y ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos) a partir de las propuestas concretas de políticas pública y de colaboraciones público-privadas que favorezcan una mayor digitalización del entramado productivo.

FIGURA 2. EL IMPACTO DE LA MISIÓN EN LOS ODS



A su vez, se enfrenta una serie de desafíos centrales, entre los cuales sobresalen los siguientes:

- Se debe avanzar en la formación de más ingenieros/as, programadores/as y otros perfiles calificados relativos a la economía del conocimiento.
- Resulta necesario reforzar la participación de las empresas en la capacitación de formadores.
- Aún resta un camino para descentralizar la creación de empresas, capacidades y políticas específicas, particularmente fuera de los grandes núcleos urbanos de la zona central del país.
- Pese a existir capacidades científicas y tecnológicas de magnitud en diferentes instituciones públicas, aún deben reforzarse y profundizarse los vínculos entre el sector productivo y empresarial y las instituciones públicas.
- Existen zonas del país en donde la calidad de la infraestructura digital debe ser mejorada.
- La complejidad macroeconómica argentina y sus derivaciones en materia de control de cambios y divisas, incertidumbre y reducido espacio fiscal no siempre acompañan las capacidades y logros alcanzados en el nivel micro- y mesoeconómico.
- Si bien se cuenta con una estructura empresarial variada y dinámica, aún deben consolidarse empresas de porte tanto a nivel latinoamericano como a nivel global, que contribuyan a visibilizar las capacidades argentinas y abrir puertas a otros jugadores nacionales.
- A pesar de que la economía del conocimiento se posiciona de mejor forma que otros sectores en materia de inclusión por género y edad, es posible avanzar más en materia de feminización del empleo y también en lo que concierne a la distribución regional de la actividad.

A continuación, se propone un marco general de desafíos sobre los cuales esta Misión puede contribuir, con una serie de indicadores para observar y evaluar su desempeño de cara al futuro. Se trata de un esquema de referencia general que funciona como marco de evaluación, diseño de política e intervención para los cuatro ejes/sectores que se abordan en esta Misión y que se desarrollan en los próximos capítulos. Así, dados los objetivos generales del Plan Argentina Productiva 2030 y las fortalezas y debilidades de los ejes/sectores abarcados en esta misión, se propone hacer un diagnóstico e intervenir para:

En el plano principalmente económico:

- Generar divisas a través de exportaciones o inversión extranjera directa (IED);

- Crear empleo calificado, con énfasis en la creación de empleo joven, de mujeres y diversidades y por fuera del Área Metropolitana de Buenos Aires;
- Estimular la creación de nuevas empresas, incubadoras, aceleradoras y espacios de desarrollo tecnológico e innovativo.

En el plano principalmente tecnológico:

- Profundizar la complejización productiva y el escalado digital en ecosistemas y cadenas de valor.
- Estimular la difusión de sistemas tecnológicos en la regiones y pymes.
- Considerar la entrada o creación de empresas públicas en los casos en que existan oportunidades vinculadas a la captura de renta o de alta incertidumbre.

Asimismo, se consideran también las dimensiones infraestructurales que propician y dificultan el desarrollo de cada eje/sector. Estas dimensiones serán señaladas en cada eje/sector aunque, al depender muchas veces de varios organismos públicos, la intervención sobre las mismas requerirá de un trabajo específico de articulación.

PROYECTO 1

DESARROLLAR EL COMPLEJO
DE SOFTWARE Y SERVICIOS
INFORMÁTICOS PARA LA
INDUSTRIA, LOS RECURSOS
NATURALES Y LA
EXPORTACIÓN



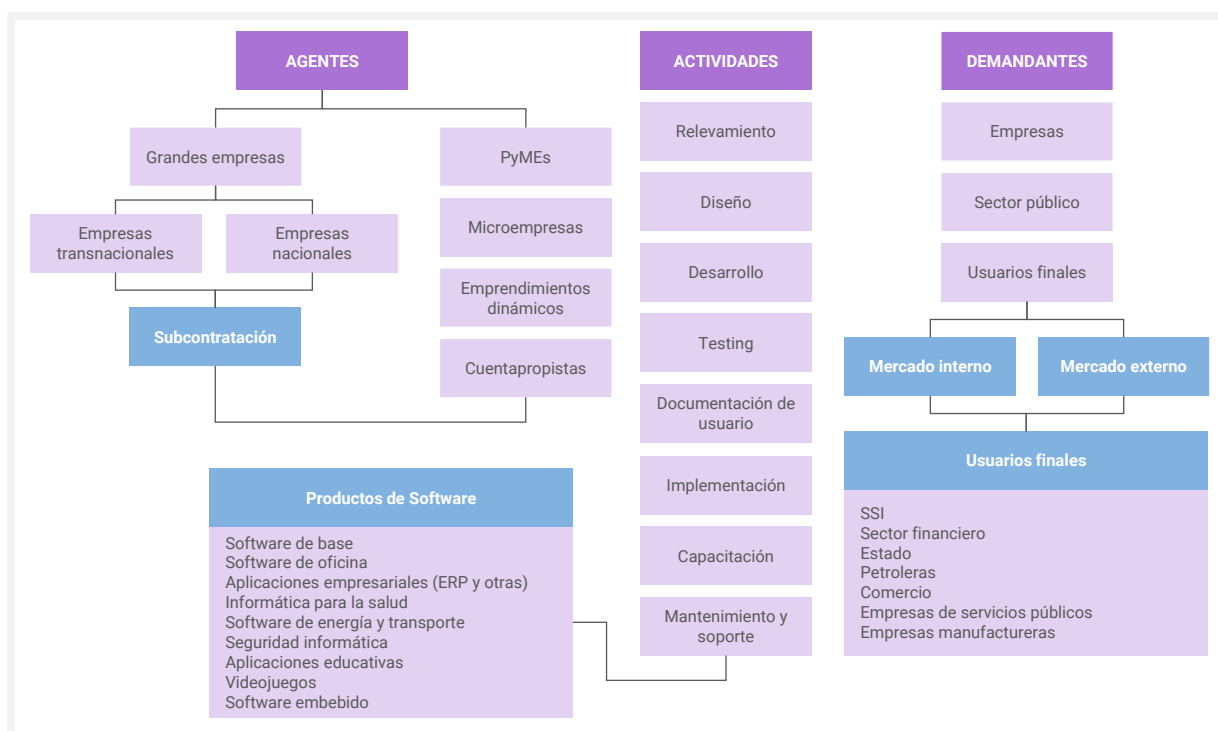
Introducción

El sector de software y servicios informáticos (SSI) se dedica al desarrollo, producción y comercialización de programas de computación, y sus servicios informáticos asociados como consultoría, implementación, soporte, testeo y capacitación, entre otros.

En Argentina, el sector de SSI se compone de grandes empresas (nacionales y multinacionales), una multitud de mipymes, entre las que se destacan diferentes emprendimientos dinámicos, y un segmento (aún menor, pero en crecimiento) de trabajadores/as por cuenta propia que proveen servicios a las empresas por subcontratación.

En la figura 3 puede verse el mapa de los agentes productivos en el país, las actividades tecnológicas principales, los productos de software y los destinos de la producción.

FIGURA 3. CADENA PRODUCTIVA DE SSI EN ARGENTINA



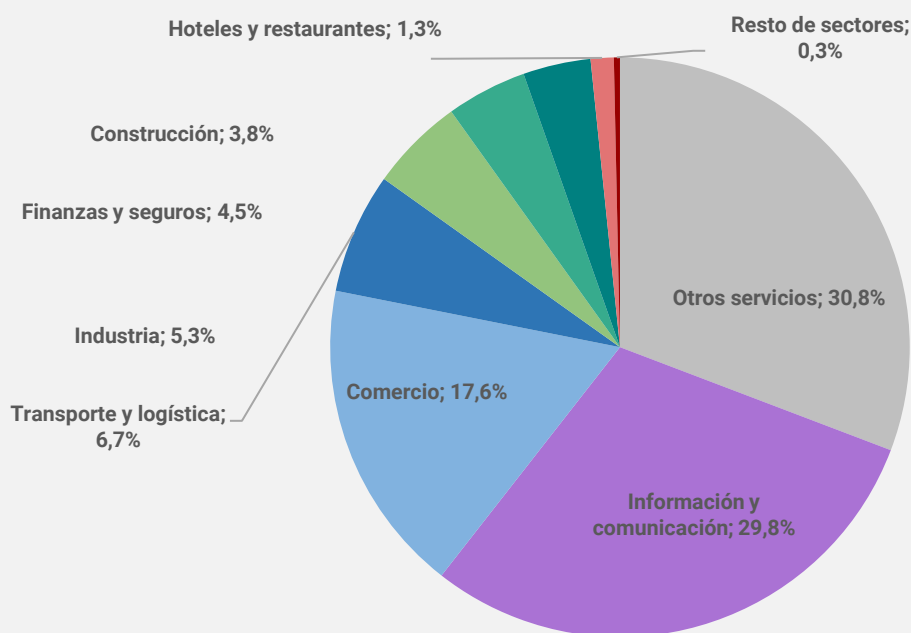
Fuente: elaboración propia con base en Gajst y Frugoni (2016) y Melamud et al. (2016).

La de SSI puede considerarse una cadena “corta” con respecto a los proveedores, ya que su demanda de insumos no tiene mayor injerencia en la demanda total de los sectores suministradores, mientras que diversos sectores de la economía son sus clientes y la demanda es cada vez más diversificada y amplia, permitiendo identificarlo en términos generales como **un sector transversal a la economía**.

Recuadro 9. ¿A quién compran y a quién venden las empresas de SSI en Argentina?

Datos del Centro de Estudios para la Producción (CEP-XXI) con base en AFIP de 2019 permiten cuantificar cuáles son los sectores proveedores y destinatarios de las empresas de SSI. Dentro de los proveedores, destacan mayormente empresas de servicios varios (tales como servicios contables, jurídicos, inmobiliarios de publicidad y diversos servicios profesionales y empresariales), con un 30,8% del total de las compras de empresas de SSI. En segundo lugar, sobresalen las empresas ligadas a información y comunicación (29,8% del total), entre las que destacan las propias empresas de SSI –que venden a otras empresas de SSI– y las empresas de telecomunicaciones, que proveen servicios de conectividad. Dentro de las empresas de comercio (17,6% del total de las compras de las empresas de SSI) sobresalen aquellas que se dedican a la venta tanto mayorista como minorista de equipos informáticos y electrónicos de distinto tipo. Forman parte de este grupo muchos distribuidores/importadores de productos electrónicos fabricados en otros países. Dentro de las firmas de transporte y logística (6,7% del total de las compras de empresas de SSI) sobresalen aquellas ligadas a servicios de correo y delivery, como subcontratistas de empresas de informática especializadas en comercio electrónico. Las firmas industriales explican apenas el 5,3% de las compras de las empresas de las empresas de SSI, destacándose las empresas locales fabricantes de equipos informáticos y electrónico y en segundo lugar las de productos de oficina tales como artículos de papelería y mobiliario.

GRÁFICO 13. PRINCIPALES RAMAS PROVEEDORAS DE LAS EMPRESAS DE SSI EN ARGENTINA, 2019



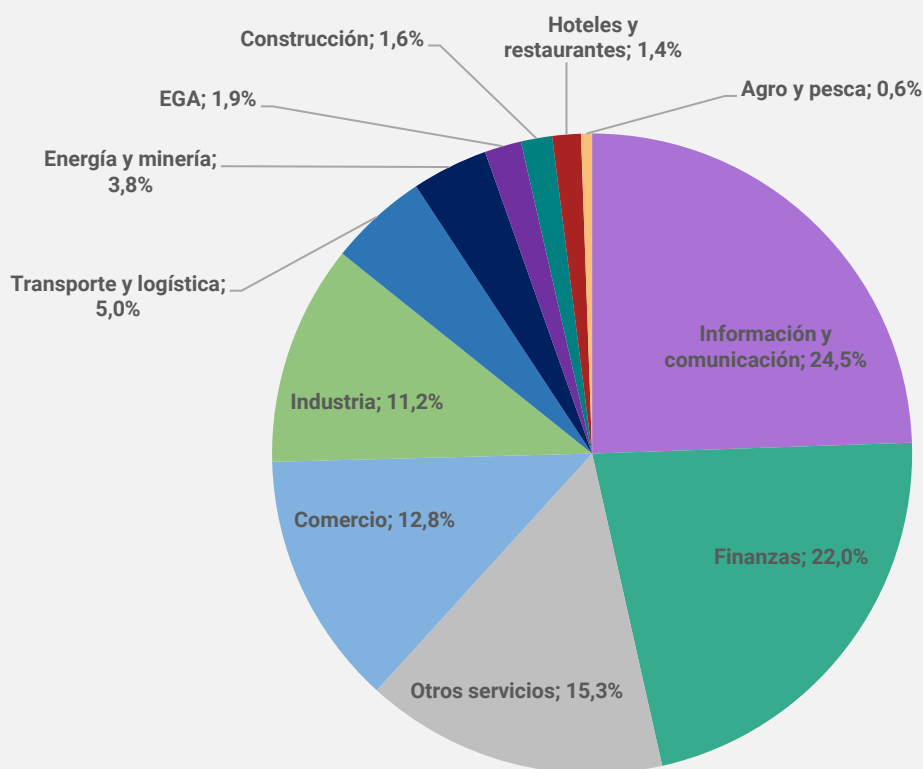
Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI y AFIP. Los datos corresponden a las compras realizadas por las empresas de SSI de más de 10 trabajadores.

Continúa.

Continuación.

Por el lado de la demanda local a las firmas locales de SSI, sobresalen los servicios. En primer lugar, la rama información y comunicación explica alrededor de un cuarto de las compras a las empresas de SSI. En general, se trata de empresas de SSI que se demandan entre sí y también destacan las demandas de las empresas de telecomunicaciones. En segundo orden, el sector de finanzas (bancos mayormente y seguros en menor medida) explica un 22% de la demanda del sector. La rama de otros servicios explica un 15% adicional de la demanda, con firmas de servicios empresariales y de salud a la cabeza. El comercio da cuenta de casi un 13% de las ventas de las empresas de SSI en Argentina, con demandas de diversos rubros, tales como hipermercados, tiendas de electrodomésticos, concesionarias automotrices, etc. La industria da cuenta de un relativamente acotado porcentaje de la demanda: 11,2%. Buena parte de la demanda está concentrada en ramas con alta presencia de grandes firmas, tales como siderurgia, terminales automotrices, empresas del sector farmacéutico, aceiteras, cerveceras o de electrónica de consumo. El sector primario da cuenta de una acotada demanda al sector: 3,8% en energía y minería y 0,6% en agro y pesca. Algo similar ocurre con ramas ligadas al turismo como hoteles y restaurantes (1,4%) o sectores de servicios públicos como electricidad, gas y agua (1,9%).

GRÁFICO 14. PRINCIPALES RAMAS DEMANDANTES DE LAS EMPRESAS DE SSI EN ARGENTINA, 2019



Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI y AFIP. En las ramas demandantes se considera a empresas de 10 o más trabajadores.

La disponibilidad de personal calificado es una necesidad fundamental de este sector. Esto agrega una suerte de “eslabón cero” a la cadena, centrado en las universidades e instituciones

de formación superior y profesional, e incluso el nivel secundario.²⁶ En particular, el sector contribuye al empleo joven, de alta calificación, y alberga un fuerte potencial de federalización en virtud de las posibilidades del trabajo remoto como también de una tendencia al surgimiento de nodos y clusters en diversas localizaciones del interior del país dada la escasez de recursos humanos en los centros urbanos más grandes. De hecho, como fuera mencionado en la introducción, la pandemia aceleró la tendencia hacia un mayor peso de los residentes no porteños en el total del empleo del sector.

El sector se encuentra entre los diez más exportadores de Argentina (superado por sectores tradicionales de arraigo histórico en el país), con exportaciones equivalentes al 2,7% del total de bienes y servicios en 2021.

A la par de la variedad de organizaciones productivas y financieras que conforman el sector, existe una institucionalidad consolidada de soporte, que involucra tanto a instituciones estatales como organizaciones corporativas. Se destacan especialmente los regímenes de promoción sectorial que se han ido sucediendo durante casi 20 años, desde la primera Ley de Software del año 2004 hasta la actual Ley de Economía del Conocimiento que involucra al sector como insignia y principal beneficiario. Por su parte, la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI) realiza acciones de promoción desde el año 2001, y ha trabajado intensamente en vinculación con el Estado en programas de formación de RRHH, mesas sectoriales y diagnósticos periódicos, entre otros. Del mismo modo, existen clusters de software de distinta envergadura en 14 provincias argentinas, sin contar que en algunas de ellas se ha desarrollado más de un cluster en diversas localizaciones (por ejemplo, en la provincia de Buenos Aires hay seis clusters, en Santa Fe hay tres y en Córdoba dos).

Otro rasgo destacado de esta industria es su participación en la I+D realizada por el sector empresario en Argentina, en la cual solo SSI representa casi la quinta parte de los gastos –explicado en buena medida por cuatro grandes empresas– y un tercio del personal, de acuerdo a datos de la Encuesta sobre I+D del sector empresario argentino (ESID) desarrollada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación con datos a 2020. Asimismo, es el segundo sector con mayor intensidad de I+D sobre ventas (5,7% en 2020), solo por detrás de servicios de I+D (rama con alta prevalencia de ensayos clínicos, sector analizado en la Misión 3 del Plan Argentina Productiva 2030, sobre Seguridad Sanitaria).

En este contexto de vastos potenciales productivos y comerciales, dos rasgos ambivalentes son determinantes de las restricciones particulares a las que se enfrenta el sector en Argentina en la actualidad: 1) es un sector grande e intensivo en trabajo, con escasez de personal y 2) es un sector exportador, aunque con inserción periférica en las cadenas globales de valor (CGV). Ambas particularidades determinan un tercer rasgo: si bien a nivel global el SSI es una “industria de industrias”, en concreto en Argentina está algo desvinculada del tejido productivo local, con el

²⁶ Ver más adelante para un detalle de las principales carreras y universidades ligadas a los SSI.

grueso de la demanda explicado por empresas grandes –fundamentalmente del sector servicios– y una relativamente baja demanda de las pymes industriales.

El nivel de calificación de las personas que laboran en SSI es muy superior al del resto de los sectores; en efecto, más de la mitad tiene estudios superiores completos, algo poco frecuente en la estructura productiva argentina. Pero al mismo tiempo es escasa la oferta de alta calificación a nivel local, lo que se traduce en demandas de trabajo insatisfechas, fuerte movilidad y altos salarios relativos, resultado de la competencia entre las empresas por el personal formado, que se mantiene a lo largo del tiempo (Bekerman y Cataife, 2002; Kataishi y Barletta, 2013; López y Ramos, 2008; Novick *et al.*, 2013). Estos rasgos constituyen ventajas para los/as trabajadores/as, y un amplio campo de intervención para el Estado en función de apalancar la sustentabilidad de los costos que implican para las pymes. A su vez, es un sector que brinda favorables oportunidades de empleo para los jóvenes, que suelen desempeñarse por lo general en ramas de menores salarios relativos que la media. En efecto, el 32% del empleo formal del sector lo explican personas de menos de 30 años, una cifra 9 puntos superior al promedio de la economía.²⁷

Varias empresas multinacionales se han instalado en el país para abastecer el mercado interno y externo, apoyándose en la existencia de trabajado calificado a bajo costo en dólares, un entorno institucional favorable y la vinculación con las universidades y el Estado (López y Ramos, 2018; Moncaut *et al.*, 2021). Algunas de ellas son IBM, Hewlett Packard, Accenture, Capgemini, Cognizant, Tata o McAfee, entre otras (López y Ramos, 2018).

El sector se destaca por su notable dinamismo a nivel de creación de firmas, empleo, facturación y exportaciones, como también en los niveles salariales relativos. Respecto a esto último, particularmente desde 2017 se observa una tendencia a subas salariales persistentemente por encima del promedio del sector privado formal. Por tal razón, los salarios en SSI pasaron de ser 40% mayores a la media en 2017 a casi el doble en la actualidad (2022).²⁸

También cabe destacar que esta industria es heterogénea en su interior (López y Ramos, 2009; Obaya *et al.*, 2019). La productividad, la innovación, la exportación y el empleo, por mencionar algunos aspectos, difieren tanto entre las firmas argentinas que tienen distintos modelos de negocio (por ejemplo, las que desarrollan servicios propios y las que realizan servicios sobre productos de terceros u *outsourcing*) como entre las que presentan diferentes capacidades organizacionales, de absorción, tamaño, antigüedad, entre otros rasgos. La heterogeneidad entre las empresas del sector no solo proviene de su estructura sino también de las estrategias que han desarrollado y las capacidades que han acumulado a lo largo del tiempo, lo que da lugar a intervenir desde el Estado para fortalecer las capacidades dinámicas de los actores que se consideren prioritarios.

²⁷ Datos del CEP-XXI con base en SIPA.

²⁸ Si tomamos el salario mediano, en 2021 fueron 76% más altos que la media.

En la actualidad, las empresas nacionales se vinculan intensamente con firmas que operan a nivel mundial, insertándose en un eslabón de la cadena del mismo sector como proveedoras de servicios, o en la cadena de otros productos, bajo la práctica del *offshoring* (Gajst y Frugoni, 2016; Melamud *et al.*, 2016), a la par del *outsourcing*. En general, las firmas nacionales se han insertado periféricamente en las CGV con habilidades que están estandarizadas a nivel global, donde la ventaja competitiva de las empresas locales radica principalmente en los bajos costos relativos en dólares (López y Ramos, 2018; Moncaut *et al.*, 2021; Walas Mateo & Arazabal, 2013).

Así, el sector SSI en Argentina está conformado predominantemente por pymes orientadas a tareas de baja a mediana complejidad, que están poco articuladas con los restantes sectores de la economía (López y Ramos, 2018; Moncaut *et al.*, 2021). Cabe destacar también que existe un grupo de empresas locales que han desarrollado aplicaciones de *software*, sistemas a medida y proveen servicios, que son populares a nivel mundial y regional, entre ellas ASSA, Prominente, Baufest, Belatrix, Neuralsoft y Calipso (López y Ramos, 2018; Walas Mateo y Arazabal, 2013).

En las secciones de este documento que describen el sector local se trabajará sobre los datos disponibles para las empresas de Argentina registradas en las actividades de desarrollo de software, consultoría y servicios de informática, procesamiento y hospedaje de datos, y portales web (CLAEs iniciados con 62 y 63).

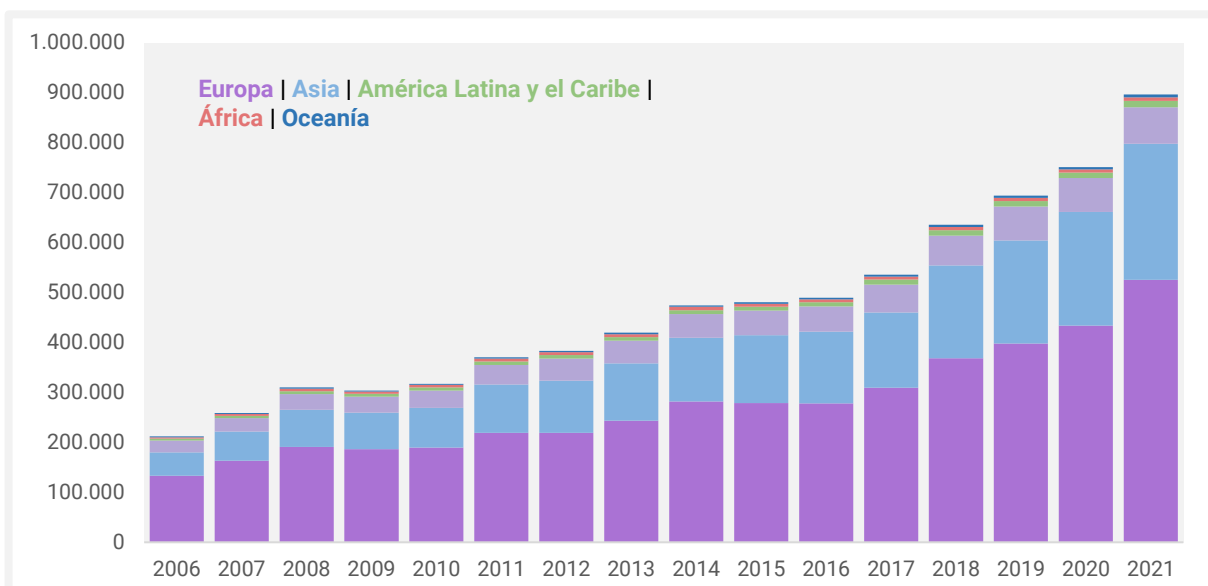
Diagnóstico de la cadena de valor

Panorama global

La industria de software y servicios informáticos se trata por lejos del rubro más dinámico a nivel servicios, y es por ello que su contribución a las exportaciones mundiales de servicios pasó del 7% en 2006 al 15% en la actualidad. El comercio internacional de SSI (incluyendo telecomunicaciones) viene creciendo sostenidamente (10% anual desde 2006), y desde 2018 la tendencia se aceleró. En 2021, las exportaciones mundiales de SSI²⁹ rondaron los USD 900.000 millones, lo que representa una más que cuadruplicación respecto a los niveles de 2006.

Ha habido notorios cambios en los últimos años en los exportadores globales. Irlanda se convirtió en el principal exportador mundial, desplazando a India del podio en la última década. Actualmente da cuenta del 22,4% de las exportaciones mundiales de SSI. Vale tener en cuenta que parte de este salto se debe a la radicación de las casas matrices de grandes empresas tecnológicas en el país, producto de una política de facilidades impositivas. Varios países asiáticos han tenido un desempeño notorio en la última década, como China (que pasó al tercer lugar, solo detrás de Irlanda e India), Israel, Singapur, Corea del Sur y Japón. Dentro de Europa, destaca el desempeño de Polonia, que multiplicó por casi 3,5 sus exportaciones de SSI en la última década.

GRÁFICO 15. EXPORTACIONES MUNDIALES DE SERVICIOS INFORMÁTICOS, DE INFORMACIÓN Y TELECOMUNICACIONES POR REGIÓN, 2016-2021, EN MILLONES DE DÓLARES



Fuente: elaboración propia con base en UNCTAD.

²⁹ Incluyendo servicios de telecomunicaciones.

CUADRO 3. PRINCIPALES EXPORTADORES MUNDIALES DE SSI, 2021

Ranking 2021	País	Participación en el mercado mundial (2021)	Tasa de crecimiento acumulada 2011-2021
1	Irlanda	22,4%	353,5%
2	India	9,2%	74,1%
3	China	8,6%	453,6%
4	Estados Unidos	6,7%	103,6%
5	Reino Unido	4,7%	74,5%
6	Alemania	4,4%	68,5%
7	Países Bajos	4,0%	130,7%
8	Israel	2,8%	240,0%
9	Francia	2,5%	47,6%
10	Singapur	2,1%	275,6%
11	Bélgica	2,0%	90,3%
12	Suecia	1,9%	36,8%
13	Finlandia	1,7%	115,8%
14	España*	1,6%	17,5%
15	Suiza	1,5%	21,7%
16	Canadá	1,5%	30,2%
17	Corea del Sur	1,3%	783,3%
18	Polonia	1,3%	346,5%
19	Japón	1,2%	435,8%
20	Austria	1,1%	116,6%
44	Argentina	0,2%	19,2%

Fuente: elaboración propia con base en UNCTAD.

Tal como fuera mencionado en el capítulo anterior, SSI es la categoría más dinámica entre los SBC en Argentina, que superaron los USD 2.300 millones en 2021 (puesto 44 a nivel mundial) y pasaron a explicar el 33,6% de las exportaciones de SBC, mientras que en 2006 su participación era del 15,6%.

Estados Unidos es el principal país de destino de las exportaciones de SSI desde Argentina. En Estados Unidos, los proveedores locales abastecen 87% de la demanda de IT y otros servicios de información, y los países que contribuyen en mayor proporción al valor agregado desde el exterior son India, Irlanda, Canadá, Reino Unido, China, Alemania, Países Bajos, Filipinas e

Israel, que dan cuenta conjuntamente de alrededor de dos tercios de las importaciones de SSI de ese país.³⁰ Estados Unidos es también el primer exportador y tercer importador mundial de licencias de propiedad intelectual de software, así como es el primer importador de SSI y el cuarto exportador después de Irlanda, India (el principal centro de *offshoring* de servicios de back office según USITC, 2018) y China, que viene mostrando un auge exportador apalancado en el crecimiento de la electrónica y también de distintos tipos de software como por ejemplo videojuegos. América Latina y el Caribe representan apenas el 3,5% de las importaciones de SSI a los Estados Unidos, siendo los proveedores más importantes México y Brasil y, con una participación muy inferior, siguen Argentina, Costa Rica y Colombia³¹ (Gayá, 2019).

Hoy, el salario anual de un desarrollador de software junior en Estados Unidos es de cerca de USD 70.000, entre 8 y 10 veces más de lo que cuesta un programador argentino de la misma categoría (Robert *et al.*, 2021). En febrero de 2022, el salario promedio anual de un desarrollador junior en Buenos Aires era de poco más de unos U\$S 9.600 (al tipo de cambio oficial de agosto de 2022), similar en Ciudad de México, mientras que en India rondaba los USD 9.000 y en Bogotá los USD 8.000.³²

Panorama local

Fisonomía empresarial

Durante la década de los 90, el sector SSI en Argentina creció impulsado principalmente por la demanda interna del sector financiero y de las empresas de servicios públicos privatizadas (Chudnovsky y López, 2006; Kataishi y Barletta, 2013; López y Ramos, 2009). Las firmas del sector han sostenido tradicionalmente una estrategia mercado-internista (en efecto, en la actualidad alrededor del 80% de la facturación va al mercado interno)³³, pero su desempeño exportador y competitividad internacional pegó un salto notorio a comienzos de los 2000 luego de la crisis de la convertibilidad (López y Ramos, 2009). El desarrollo del software a escala mundial con el consecuente crecimiento de la subcontratación externa, la devaluación del peso, el apoyo de políticas públicas locales, y el nivel de educación argentino como una de las principales ventajas competitivas del sector a nivel global, estuvieron entre las causas

³⁰ Datos de OCDE-Stat para 2019 (comercio balanceado de servicios).

³¹ Cabe aclarar que lo reportado en Estados Unidos como importaciones desde estos países es significativamente inferior a lo que las fuentes oficiales y privadas de las economías de nuestra región informan como exportaciones al mercado estadounidense. La información detallada por país suele tener importantes limitaciones: en algunos casos no se publican los datos para no violar el secreto estadístico, por otro lado gran parte de las operaciones corresponden a comercio intrafirma, también se facturan las transacciones en un determinado país por cuestiones tributarias a pesar de que se realizan o consumen en otro lugar, y una misma operación puede ser clasificada en distintas cuentas en el país de importación y exportación por las dificultades para categorizar a los servicios, entre otros inconvenientes.

³² Fuente: Glassdoor.

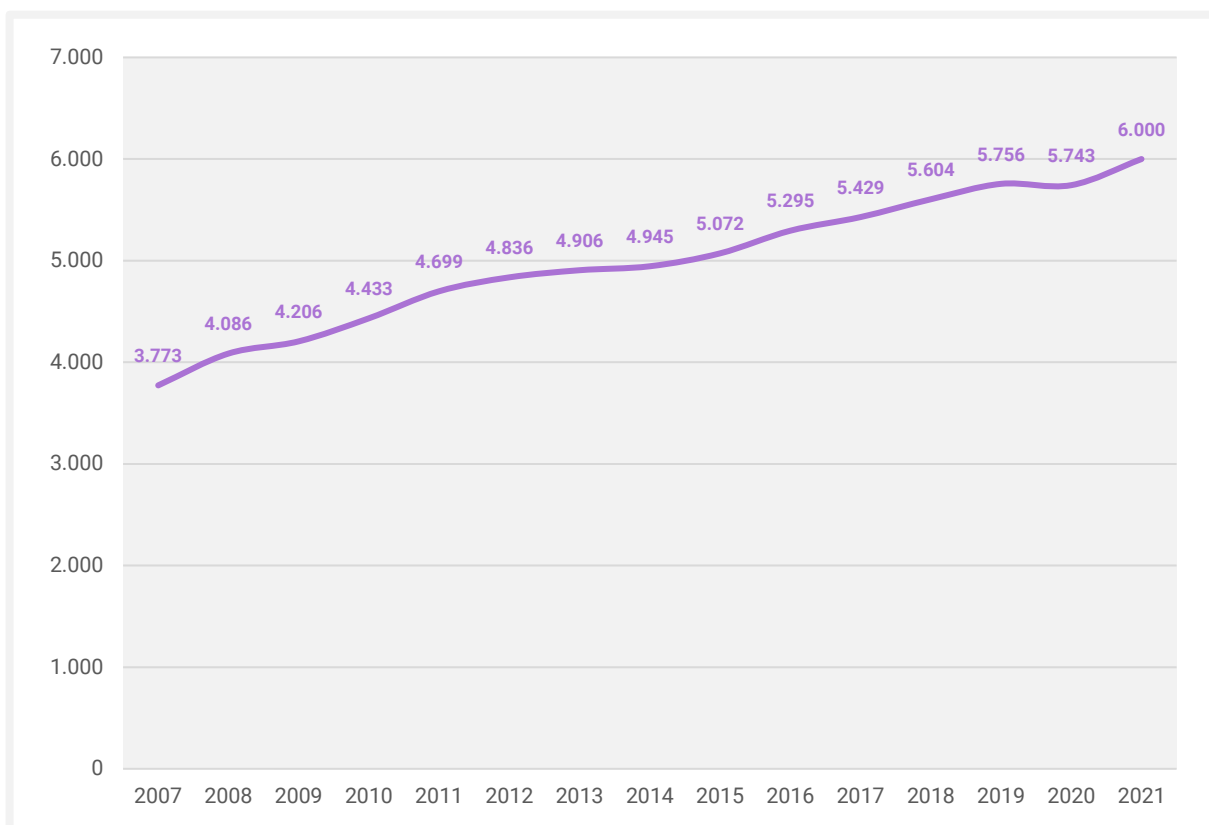
³³ Dato de los Anuarios de AFIP.

principales del salto de crecimiento (Chudnovsky y López, 2006; Kataishi y Barletta, 2013; López y Ramos, 2008; Novick *et al.*, 2013).

Así, el de SSI es uno de los sectores de la economía que mayor crecimiento experimentó en el presente siglo, en particular a partir de la implementación de la primera ley nacional de promoción sectorial, del año 2004. En el gráfico 16 se observa la evolución de la cantidad de empresas del sector desde el año 2007 hasta 2021 inclusive, año en el que se alcanzaron las 6.000 firmas. De esas firmas, alrededor del 95% son mipymes –y el 70% microempresas de hasta 10 trabajadores–. En total hay un promedio de unos 22 puestos de trabajo por firma, lo que casi duplica la media de la economía (12). Esto habla de que, si bien la mayoría de las empresas son mipymes, la escala promedio del sector es considerablemente más elevada que el promedio.

Si se considera que varias empresas tienen más de una sede en el país, los datos de 2021 muestran 8.515 establecimientos productivos de SSI distribuidos en distintas partes del territorio nacional (es decir, generando empleo en distintas localizaciones, más allá de tratarse de la misma firma en algunos casos). El aumento general en la cantidad de empresas a lo largo de estos años se debe en parte a la inserción de firmas locales en la cadena global de valor del sector, principalmente subcontratadas por las empresas extranjeras (Melamud *et al.*, 2016; Moncaut *et al.*, 2021; Obaya *et al.*, 2019).

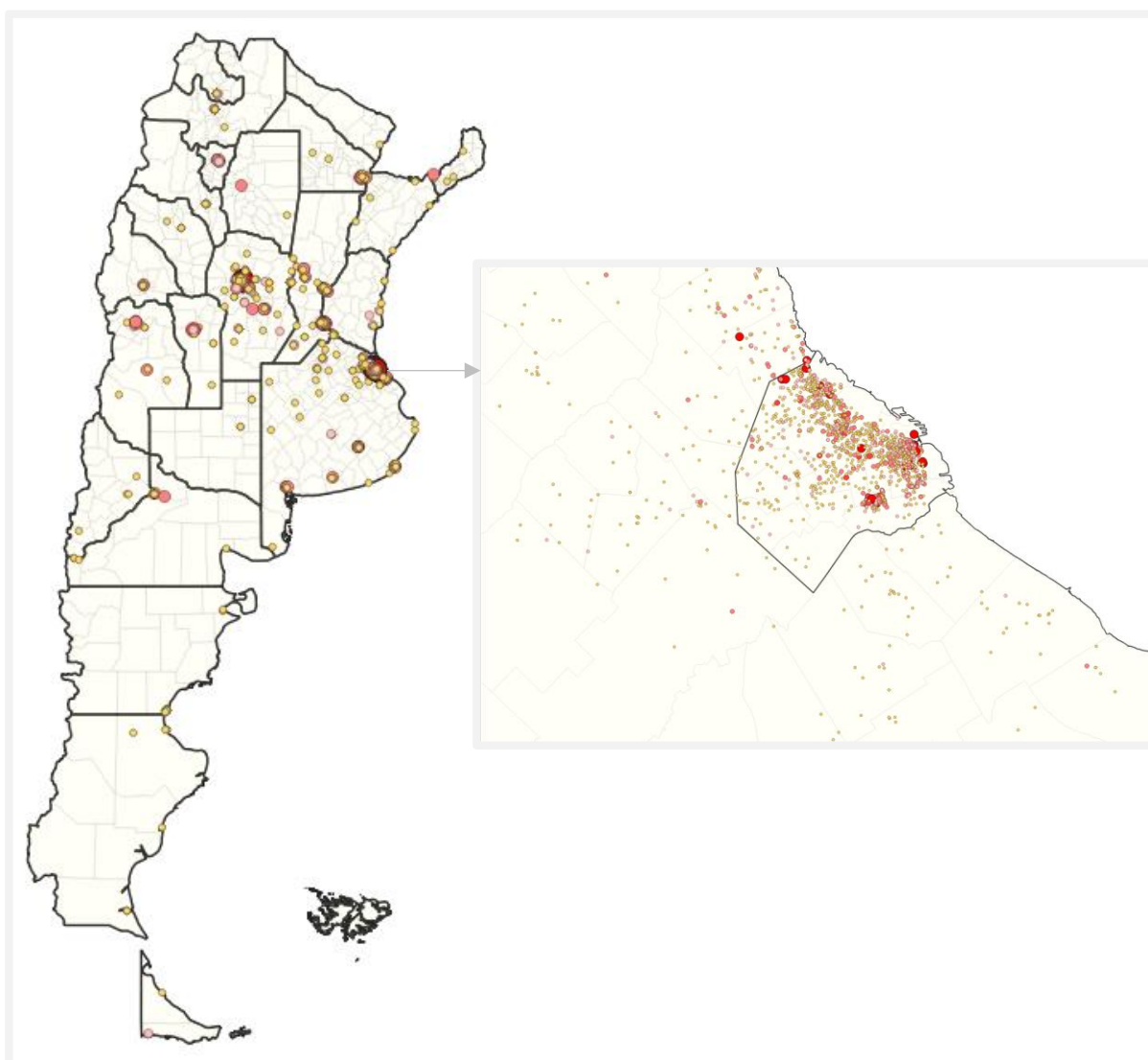
GRÁFICO 16. CANTIDAD DE EMPRESAS DE SSI (2007-2021)



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

La actividad de SSI tiene una fuerte concentración territorial, con CABA explicando el 57% de los establecimientos productivos, de los cuales más del 75% se ubican en las comunas 1 (que incluye al Microcentro), 2 (Recoleta), 4 (Parque Patricios, donde se ubica el distrito tecnológico), 12 (Núñez-Saavedra), 14 (Palermo) y 15 (sobre todo por Villa Crespo). Dentro de la provincia de Buenos Aires destacan –además de Tandil, Bahía Blanca y Mar del Plata– Vicente López y San Isidro, que son dos partidos con características socioprodutivas similares a los del corredor norte de CABA.

MAPA 2. GEORREFERENCIACIÓN DE LAS EMPRESAS DE SSI DE MÁS DE 5 PUESTOS DE TRABAJO, 2021, CON DETALLE DE CABA Y PARTIDOS DEL GBA



Nota: el tamaño de las burbujas muestra el tamaño del establecimiento productivo.

Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI, Ministerio de Trabajo y AFIP.

Si bien el sector está altamente concentrado geográficamente, existen varias zonas en donde surgieron clusters en torno a los SSI, muchas veces por efecto de la proximidad con universidades y centros tecnológicos. Es el caso de por ejemplo Mendoza (Polo TIC de

Mendoza), San Luis (Parque Informático de La Punta), Bariloche (Clúster Tecnológico de Bariloche), Tucumán (Clúster Tucumán Technology), Salta (Clúster de Informática del Noroeste Argentino), Paraná (Polo Tecnológico de Paraná), Corrientes (Polo IT Corrientes), entre otras. Más recientemente, la provincia de Misiones impulsó Silicon Misiones, con más de 100 empresas adheridas.

Según los segmentos de actividad en que se desempeñan, las empresas se distribuyen del siguiente modo:

CUADRO 4. DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS DE SSI POR SEGMENTO DE ACTIVIDAD (2021)

CLAE	Rama	Salario mediano 2021	Salario promedio 2021	Estrato salarial	% firmas	% puestos de trabajo	Puestos promedio por firma	Principales empresas
620100	Servicios de consultores en informática y suministros de programas de informática	111.627	157.960	Medio-alto	65,1%	57,3%	20,5	Globant, IBM Argentina, Tecnovoz Noroeste, SAP Argentina, Cognizant
620200	Servicios de consultores en equipo de informática	87.000	124.760	Medio-alto	2,9%	0,8%	6,9	Allegro Microsystems
620300	Servicios de consultores en tecnología de la información	98.580	153.615	Medio-alto	5,2%	1,7%	7,9	Novacor, Amazon Web Services
620900	Servicios de informática n.c.p.	145.566	224.188	Alto	26,9%	40,1%	35,7	Mercado Libre, Accenture, IBM Ocean, Santander Tecnología, Pedidos Ya, Despegar
631110	Procesamiento de datos	107.381	153.045	Medio-alto	3,3%	5,2%	36	Nación Servicios, First Data Cono Sur
631120	Hospedaje de datos	87.917	126.494	Medio-alto	0,2%	0,0%	4,9	Amadeus Argentina

Continúa.

Continuación.

CLAE	Rama	Salario mediano 2021	Salario promedio 2021	Estrato salarial	% firmas	% puestos de trabajo	Puestos promedio por firma	Principales empresas
631190	Actividades conexas al procesamiento y hospedaje de datos n.c.p.	75.842	106.197	Medio	1,2%	0,5%	10,1	DB Marketing, LP y Asociados
631200	Portales web	72.628	97.365	Medio	1,1%	0,3%	6,9	MFY Technologies

Fuente: elaboración propia con base en SIPA. Los tramos salariales son en referencia al promedio del sector privado registrado del conjunto de la economía.

Es importante notar la heterogeneidad en las características productivas de las actividades que realizan las empresas de SSI:

1. Consultores en informática y suministros de programas de informática (CLAE 620100) es el segmento que más empresas y empleo nuclea (65% y 57% del total respectivamente). Incluye actividades como desarrollo y puesta a punto de productos de software y los servicios conexas al desarrollo como ser análisis y resolución de las necesidades y problemas de los usuarios; servicios de asesoramiento, creación, documentación, edición, producción, suministro de programas, aplicaciones, incluidos los servicios de mantenimiento y otros servicios de apoyo, como la asistencia en las instalaciones y la capacitación; desarrollo de productos de software específicos (*e-learning*, marketing interactivo, *e-commerce*, y otros); desarrollo de software embebido (procesadores, consolas para multimedios, equipamiento satelital y espacial, telefonía, máquinas y dispositivos de instrumentación y control, etc.) y servicios de bases de datos. Los salarios son medio-altos comparados con la media del sector privado, lo que sugiere una intensidad tecnológica relativamente elevada. El tamaño promedio de firma es de 20,5 puestos de trabajo, una escala muy superior a la media de la economía (12) y similar al promedio de SSI. Empresas como Globant, IBM Argentina, Tecnovoz Noroeste o SAP Argentina están entre las más destacadas.
2. Más de un cuarto de las empresas del sector se dedica a *Servicios de informática no clasificados previamente*, que reúne a las actividades informáticas diversas, que van desde la programación de alta complejidad hasta el alquiler de tiempo de máquina; instalación de equipo informático personal y de programas informáticos; servicios de recuperación en caso de desastres informáticos; servicios de conversión y rectificación de discos flexibles y cintas. Este segmento es el de mayores salarios, debido a la existencia de grandes empresas de renombre y considerable complejidad tecnológica, tales como Mercado Libre,

Accenture o Despegar. La escala promedio es alta, con un tamaño promedio de empresa de 36 puestos de trabajo.

3. En los restantes 6 segmentos de actividad presentes en Argentina se encuentra menos del 10% de las empresas de SSI, realizando actividades de media-alta a media-baja complejidad tecnológica: por ejemplo, servicios de consultoría en tecnología de la información; servicios de proceso y tratamiento de datos suministrados por el cliente; servicios de gestión de bancos de datos de terceros, permitiendo la producción de listados, de tabulaciones y realización de consultas; servicios de búsqueda de información y datos a cambio de una retribución o por contrata; servicios de entrada de datos y automatización como por ejemplo escáner de documentos, grabación, lectura óptica; consultoría en equipo de informática (seguridad informática, configuración de aparatos, etc.); comercialización de servicios de suscripción *online*, para el acceso a toda clase de entretenimientos audiovisuales transmitidos por internet; servicios de páginas de internet (*websites* y *webmaster*); servicios de redes de telecomunicaciones necesarias para acceder a bases de datos; integración de redes; servicios de gestión y utilización, en forma continua, de instalaciones de proceso de datos; alquiler de equipo informático con operarios o administradores de datos; servicios de transferencias de hosting o servicios de almacenamiento y consulta de datos, imágenes, sonidos y videos. En la mayoría de estas ramas hay una mayor presencia de mipymes –a excepción de procesamiento de datos, asociado al sector financiero– y los salarios tienden a ser menores.

A su vez, en el segmento de *Desarrollo*, las dos principales fortalezas locales se concentran en:

- a. Exportación de servicios estandarizados de desarrollo de software: tareas de codificación en diferentes tecnologías que se comercializan como horas-persona de programación para proyectos de desarrollo de empresas globales.
- b. Desarrollos a medida: que implican un mayor agregado de valor respecto a la categoría anterior, pero la propiedad intelectual igualmente la retiene el cliente.

En suma, muchas empresas se dedican a actividades de valor agregado, pero también un gran porcentaje de la actividad no implica *upgrading* local ni en la CGV.

La I+D del rubro SSI es muy relevante: como se dijo más arriba, explica alrededor de un quinto de la I+D empresaria, y viene creciendo sostenidamente desde 2016. En 2020 fueron 201 las empresas del sector que invirtieron en investigación y desarrollo. Si la inversión en I+D se desagrega por tamaño, se observa que las empresas grandes son las que más contribuyen a la inversión total del sector con casi un 74%, mientras que un 24% lo explican las medianas y apenas un 2% las pequeñas (Dirección Nacional de Información Científica, 2020). Vale tener en cuenta que el fuerte crecimiento de la I+D en SSI se explica mayormente por las 4 empresas principales del sector, que entre 2016-2020 incrementaron sus gastos en 291% en valores constantes, mientras que en el resto de las empresas se observó una modesta suba del 3%.

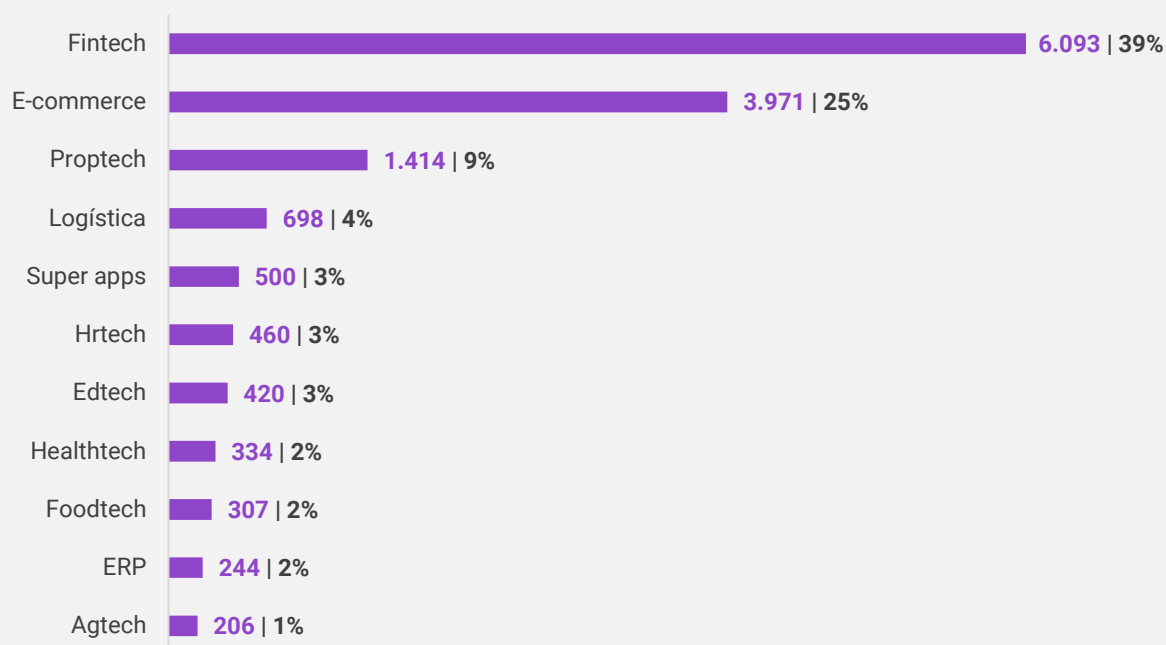
Recuadro 10. Startups y capital de riesgo en Argentina

Según LAVCA (2022), Argentina ocupa el cuarto lugar de América del Sur en cuanto al monto de inversiones de capital de riesgo, con 60 acuerdos por USD 1.290 millones invertidos durante 2021, detrás de Brasil, México y Colombia. El siguiente gráfico muestra la centralidad de los emprendimientos tecnológicos para el capital de riesgo de América del Sur, siendo *fintech*, *e-commerce* y *proptech* los verticales con mayor financiamiento obtenido durante 2021.

En Argentina la industria del capital de riesgo ha mostrado un especial interés por los emprendimientos tecnológicos desde sus comienzos en los años 90. Según un estudio del Instituto de Emprendimientos Científicos y Tecnológicos (2008) realizado en 2008, los rubros priorizados por los inversores de riesgo para concentrar sus búsquedas en Argentina fueron software e informática (92%), medios, entretenimiento y telecomunicaciones (77%) y biotecnología (69%).

La Asociación Argentina de Capital Privado, Emprendedor y Semilla (ARCAP) sostiene que entre 2010 y 2016 el sector de “software y servicios de internet” fue el sector más invertido en Argentina al recibir el 52% de la inversión de las firmas de capital emprendedor. Entre los emprendimientos financiados se encontraban *fintech*, *adtech*, *edutech*, *e-health*, *big data* y servicios en la nube, entre otros. Luego se encontraban los “servicios de software” con 15% y los de “internet y marketing directo minorista” con el 9% (ARCAP, 2017).

GRÁFICO 17. CAPITAL TOTAL INVERTIDO (EN MILLONES DE DÓLARES Y COMO PORCENTAJE DEL TOTAL), A DICIEMBRE DE 2021



Fuente: LAVCA.

Continúa.

Continuación.

En los años posteriores la industria local presentó un crecimiento notorio, creciendo de 59 transacciones en 2016 a 110 en 2021. A su vez, el monto invertido en la industria de capital emprendedor ha evolucionado de forma creciente desde los USD 37 millones registrados en 2016, hasta el récord reportando en 2021 de USD 1.337 millones, con 9 transacciones mayores a USD 20 millones. En este contexto las empresas de SSI mantienen un peso considerable. La inversión por vertical según la cantidad de transacciones concretadas se compone de la siguiente manera: *agtech* 18,8%; *enterprise software* 15,6%, *fintech* 15,6%; *edtech* 9,4%; *healthtech* 6,3%; *e-commerce* 6,3%; *smartCity* 3,1%; y el resto 12,5% (ARCAP, 2022).

Como experiencias locales recientes se pueden mencionar los casos de PaQuery y Pomelo. Ambas son *startups* tecnológicas fundadas en Argentina que desarrollaron *Software as a Service* (SaaS³⁴). PaQuery es una solución de logística SaaS que tiene por objetivo apoyar al comercio electrónico, a empresas de venta minorista, operadores logísticos y correos. La plataforma digital optimiza el envío de paquetes gracias a su capacidad para integrar, normalizar y unificar la información de diferentes empresas de logística en un solo lugar. A su vez, realiza la trazabilidad y el seguimiento de los diferentes envíos y optimizar las rutas para un proceso más eficiente. Comenzó a desarrollarse en 2016 con capital propio, pero gracias a su modelo de negocios tuvo un gran crecimiento durante la pandemia y actualmente tiene clientes en Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Guatemala, Paraguay y Venezuela.

Pomelo provee el servicio tecnológico a empresas con negocios financieros digitales, y el soporte para el funcionamiento de tarjetas de débito, crédito y otros medios de pago. Fundada a comienzos de 2021 en Buenos Aires, recibió financiamiento ese mismo año por USD 9 millones que luego fue ampliado a USD 45 millones por parte de fondos de inversión globales. Actualmente opera formalmente en Argentina, Brasil, México y Colombia, y cuenta con 280 empleados de los cuales el 82% trabajan en Argentina.

En relación con el financiamiento de la I+D, para la mayoría de las inversiones se utilizan fuentes privadas (94,9%), una menor proporción proviene de financiamiento externo (4,2%) y casi nula del sector público (0,9%) (Dirección Nacional de Información Científica, 2019). Esto puede constituir una barrera para las firmas SSI que quieren innovar, dado que es una actividad con riesgo alto de fracaso y requiere de personal capacitado, por lo que el acceso al financiamiento público es fundamental. De hecho, las leyes de promoción de software que se han implementado en el país (Ley de Promoción de la Industria del Software 25.922 y la actual Ley de Economía del Conocimiento 27.570) han promovido los esfuerzos de innovación en el sector, con algunos resultados alentadores en materia de desempeño innovador (Barletta *et al.*, 2013; Moncaut *et al.*, 2021; Pereira *et al.*, 2016).

³⁴ SaaS es modelo de distribución de software en que el soporte lógico y los datos que el sistema maneja se alojan en los servidores de un proveedor, a los que se accede por internet. El proveedor no solo proporciona el hardware, sino también el software correspondiente.

Recuadro 11. Ecosistemas emprendedores regionales y los desafíos de federalizar el financiamiento a emprendimientos tecnológicos

Santa Fe, sobre la base del sistema científico local ha desarrollado durante más de una década un ecosistema emprendedor en especial en ciencias de la vida (como biotecnología y genética), que aseguran un flujo de transacciones en proyectos atractivos para inversores privados y gubernamentales. La existencia de incubadoras, aceleradoras y fondos privados, la creación y continuidad de políticas públicas de capital de riesgo y las experiencias de crecimiento acelerado de emprendimientos locales demuestran la densidad del ecosistema emprendedor santafecino, el interés de las administraciones provinciales por sostener esta política y el espacio existente por parte del gobierno nacional para articular trabajo con los actores provinciales. La aceleradora Glocal especializada en *agrifoodtech* ha apoyado e invertido en numerosos emprendimientos de soluciones que utilizan tecnologías de SSI para satisfacer las necesidades del entramado productivo provincial, donde el sector agropecuario y la industria alimentaria tienen un rol central. Una de ellas es Agrofy, ecosistema de soluciones digitales (plataformas de comercio electrónico, de noticias, provee soluciones tecnológicas y financieras) para el agro.

El ecosistema emprendedor de Córdoba tiene una mayor orientación hacia emprendimientos de base tecnológica. A diferencia de las principales aceleradoras santafesinas, sus aceleradoras se orientan a emprendimientos de tecnología digital. La Agencia Córdoba Innovar y Emprender (ACIE) realiza esfuerzos por desarrollar el ecosistema emprendedor y apuntalar el financiamiento de emprendimientos basados en el conocimiento y en coinversión con privados, y ha logrado articular la implementación de programas de financiamiento emprendedor con un organismo nacional, la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación. A pesar de estas iniciativas, el gobierno provincial aún no ha logrado financiar un número considerable de acuerdos en la etapa de aceleración. El Fondo de Coinversión para Emprendimientos de la Economía del Conocimiento para la provincia de Córdoba otorga cofinanciamiento público-privado para proyectos de software (entre otros verticales) en estadio semilla y temprano.

En Mendoza, si bien el Gobierno provincial fomenta el desarrollo de un ecosistema emprendedor entre distintos actores del ámbito académico, social, político y económico, el entramado es menos denso que el de Santa Fe y Córdoba. Las principales entidades de apoyo al desarrollo emprendedor están orientadas al capital semilla, ya que existe una extensa red de incubadoras dependientes de organismos públicos y Universidades. La red de inversores privados aún no está tan desarrollada e institucionalizada en esta provincia. El programa Mendoza Emprende Ventures es el primero que se propone coinvertir con privados.

En suma, si bien con diferentes grados de desarrollo y especialización según la provincia, existen en los tres casos analizados intenciones, instituciones y experiencias que merecen ser apuntaladas y escaladas a través de la articulación con el gobierno nacional.

Fuente: elaboración propia basado en Gonzalo et al. (2022).

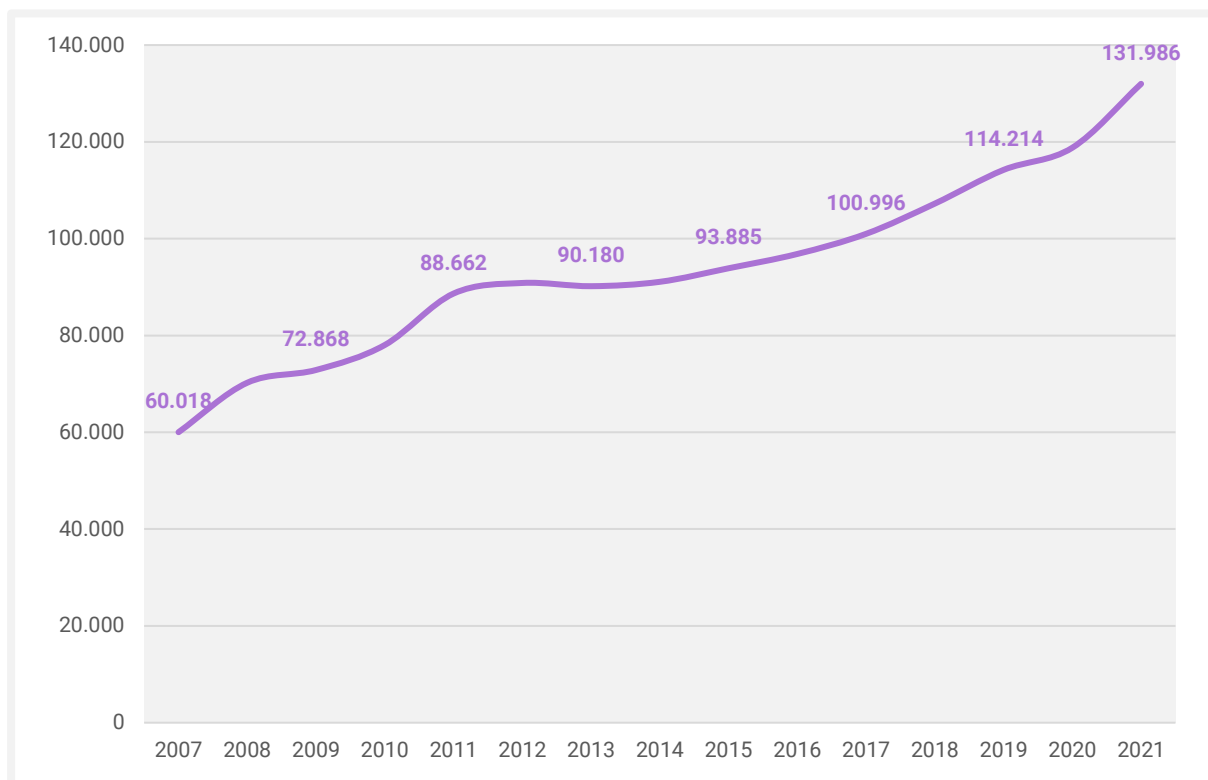
La demanda local también juega un rol importante para traccionar la innovación, es decir, si los requerimientos de los clientes del sector son altos, contribuye a la mejora de las soluciones informáticas. No obstante, en el caso de Argentina la demanda local estuvo tradicionalmente orientada a soluciones de baja complejidad y customización (López, 2007).

Características del empleo en SSI

El empleo en SSI viene aumentando constantemente desde 2002, en línea con el proceso de crecimiento y consolidación general que se viene describiendo (Moncaut *et al.*, 2021).

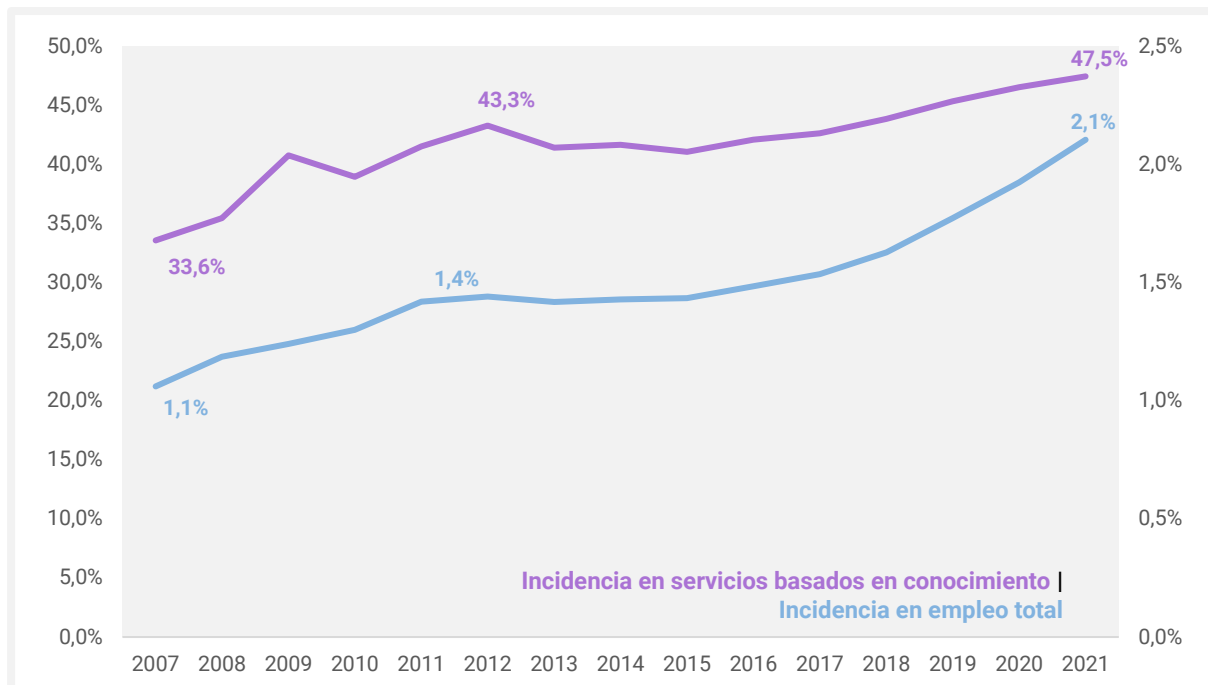
Durante 2021 el sector generó casi 132.000 puestos de trabajo, más de 40.000 que una década atrás. Desde 2007 ha sido uno de los sectores de mayor dinamismo de la estructura productiva, tanto en la tasa de crecimiento como en la creación absoluta de empleo. Gracias a este marcado dinamismo, el sector pasó de dar cuenta del 1,1% del empleo en el sector asalariado privado registrado en 2007 al 2,1% en 2021. Asimismo, dado que su desempeño fue más promisorio que el de otros servicios basados en el conocimiento, el peso en el total de esta categoría pasó del 34% en 2007 al 48% en 2021. Los datos preliminares de 2022 indican que el empleo en la industria continúa su trayectoria expansiva, totalizando alrededor de 141.000 puestos de trabajo, casi 10.000 más que el año previo.

GRÁFICO 18. PUESTOS DE TRABAJO ASALARIADOS FORMALS EN EL SECTOR DE SSI (2007-2021)



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

GRÁFICO 19. EMPLEO EN SSI SOBRE EMPLEO EN SERVICIOS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO Y EMPLEO ASALARIADO PRIVADO REGISTRADO TOTAL, ARGENTINA (2007-2021)



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

De acuerdo a la Encuesta Permanente de Hogares (EPH-INDEC), el 63% del empleo en SSI es asalariado formal. Hay un 26% de empleo no asalariado y un 11% de empleo asalariado informal.³⁵ De este modo, la cantidad total de puestos de trabajo directos entre las diferentes categorías ocupacionales puede estimarse en torno a 210.000 para 2021.

Se trata de una rama de empleo joven, con un promedio de 38 años en los ocupados, por debajo de la media de los ocupados totales de la economía (41). La edad promedio es mayor en los no asalariados (43 años) y menor en los asalariados informales (32 años). Como fuera mencionado, en el segmento asalariado formal el 32% de las personas ocupadas tiene menos de 30 años, 9 puntos por encima de la media.

El empleo en SSI es de los de mayores niveles educativos de toda la economía. De acuerdo con la EPH, el 98% de los ocupados del sector tiene al menos secundaria completa y un 52% posee estudios superiores completos. Producto de la alta calificación del empleo, los ingresos laborales son elevados (ver sección sobre Salarios) y por ende la tasa de pobreza es muy baja: 6% promedio en 2016-2022, 18 puntos por debajo del promedio de la población ocupada en ese período.

³⁵ Por cuestiones de la cantidad de casos que permite la muestra de la EPH, se tomó un promedio de varios años (2016-2022).

Recuadro 12. Importancia de la formación de recursos humanos y del desarrollo de infraestructura digital

El sector de software y servicios informáticos (SSI) ha crecido considerablemente en los últimos 15 años. Los resultados de un estudio reciente revelan oportunidades de política económica para potenciar y federalizar ese crecimiento. Una característica central de esta actividad es que es muy intensiva en mano de obra calificada; no es necesario contar con bienes de capital costosos para llevar a cabo actividades de este tipo u organizar establecimientos productivos exitosos, pero sí es indispensable contar con recursos humanos de alta calificación y también con ciertos bienes públicos de uso habitual actualmente, como conexiones modernas a internet.

Precisamente estos dos insumos fundamentales de la producción en SSI pueden ser objeto de políticas públicas específicas, diseñadas de modo tal de expandir tanto la calidad de vida de diversas regiones del país como el empleo en SSI en ellas. En primer lugar, el tendido de fibra óptica que permite la provisión de conexiones a internet con elevada velocidad de bajada es parte de la infraestructura digital necesaria para el buen funcionamiento de las unidades productivas. Los resultados muestran que un aumento de 10% en la velocidad de internet en una localidad determinada está asociado a un aumento de entre 3,6 y 8,1% en el empleo en SSI, si ya existen empresas allí, o bien a un aumento de entre 1,2 y 1,8 pp en la probabilidad de que exista empleo de la rama.

Por otro lado, la formación de recursos humanos calificados también ocupa un lugar privilegiado en el mix óptimo de políticas públicas para el sector. El empleo en SSI es considerablemente mayor en localidades que cuentan con al menos una institución universitaria que ofrezca carreras tecnológicas. También existe asociación estadística (pequeña pero significativa) entre la cantidad de puestos de trabajo y la distancia a la universidad más cercana, de modo tal que las localidades ubicadas más cerca de establecimientos de educación superior registran mayor desarrollo del sector.

Estas correlaciones dan sentido al hecho de que el sector SSI actualmente esté concentrado casi totalmente en unas pocas aglomeraciones urbanas: AMBA, Mar del Plata, Rosario, Tandil y Córdoba contienen el 70% de los puestos de trabajo en la rama. Las condiciones laborales particularmente favorables que ofrece SSI y la facilidad para desarrollar la actividad en ausencia de grandes inversiones en capital físico lo convierten en un sector idóneo para aspirar a un desarrollo federal integral, de modo tal que políticas de provisión de infraestructura digital y oferta educativa parecen herramientas necesarias.

Los ocupados y ocupadas del sector trabajan alrededor de 38 horas semanales, 3 horas más que el promedio de la economía. El pluriempleo es más bajo que en otros sectores: el 94% de los ocupados tiene solo un empleo, 3 puntos por encima del promedio de la economía.

En tanto, alrededor del 7% del empleo en SSI es de personas nacidas en otro país. Destacan particularmente las de origen venezolano (4%) y en segundo lugar –mucho más atrás– colombiano (0,5%).³⁶

³⁶ Datos del CEP-XXI a partir de AFIP.

Recuadro 13. Carreras universitarias ligadas a los SSI

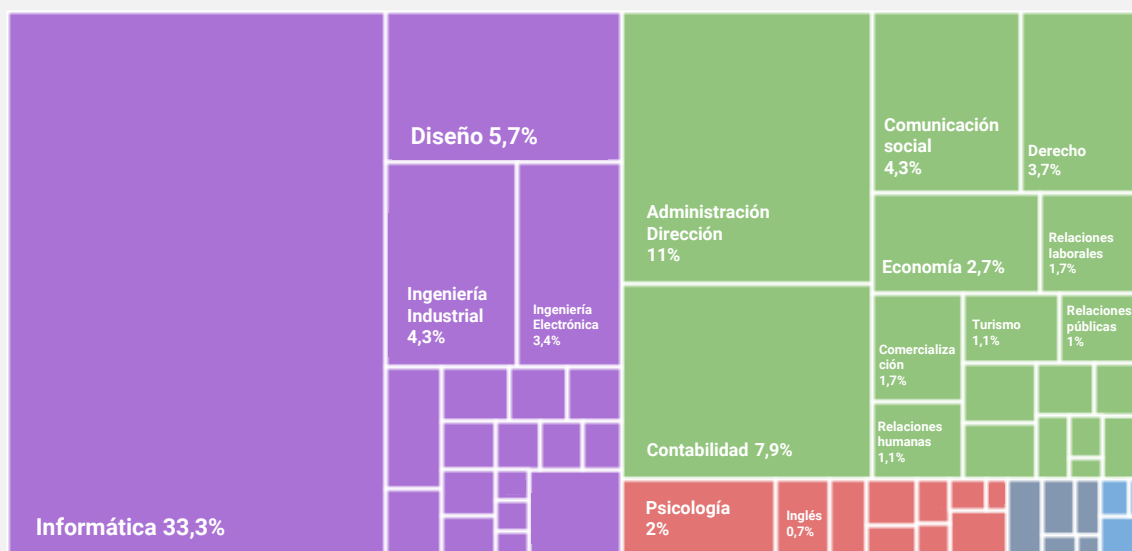
Las carreras universitarias más frecuentes ligadas a las empresas de SSI son las ligadas a informática (33,3% del total, y los títulos más frecuentes son ingeniero en sistemas de información, ingeniero en informática, técnico superior en programación y analista programador universitario), seguido por administración-dirección de empresas (11% del total), contabilidad (7,9%), diseño (5,7%), ingeniería industrial (4,3%) y comunicación social (4,1%).

Más del 70% de los graduados universitarios que trabajan en SSI proviene de la universidad pública, destacándose la Universidad de Buenos Aires (18%), la Universidad Tecnológica Nacional (16%), la Universidad de La Matanza (5%), la Universidad Nacional de La Plata (5%), la Universidad Nacional de Córdoba (5%) y la Universidad Nacional de Rosario (4%). Dentro de las universidades privadas destacan la Universidad Argentina de la Empresa (9% del total de graduados que actualmente trabajan en SSI), la Universidad Católica Argentina (5%) y la Universidad del Salvador (3%).

Entre los graduados que trabajan en SSI se observan claros perfiles de género en cuanto a las carreras. La participación masculina es notoriamente más intensa en los graduados de informática (82% de varones), sistemas (88%) e ingeniería electrónica (97%), en tanto que la femenina cobra bastante peso en administración de empresas (45% son mujeres), contabilidad (62%), diseño (65%), comunicación social (67%) y derecho (63%).

GRÁFICO 20. CARRERAS UNIVERSITARIAS EN LAS EMPRESAS DE SSI

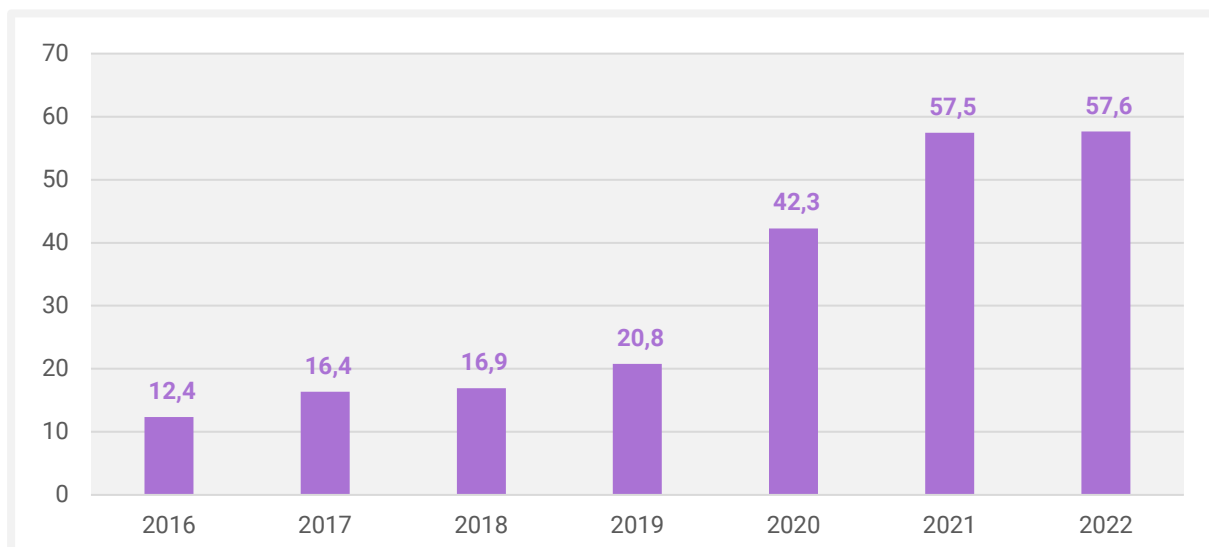
Ciencias Aplicadas | Ciencias Sociales | Ciencias Humanas | Ciencias Básicas



Fuente: elaboración propia con base en el Sistema Araucano de la Secretaría de Políticas Universitarias y el SIPA. Los datos corresponden a personas graduadas en 2016-2018 que tuvieron empleo asalariado formal en SSI en mayo de 2022. En amarillo figuran ciencias humanas, en naranja ciencias básicas y en gris ciencias de la salud.

La pandemia generó un cambio drástico en lo que concierne al lugar de trabajo de los ocupados. Si bien la tendencia hacia el trabajo remoto ya se observaba en los años previos al COVID-19, entre 2019 y 2022 el porcentaje de trabajadores del sector que trabaja en su propia vivienda pasó del 21% al 58%, la cifra más alta de todos los sectores productivos.

GRÁFICO 21. PORCENTAJE DEL EMPLEO EN SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS QUE SE REALIZA DESDE LA PROPIA VIVIENDA



Fuente: elaboración propia con base en EPH. Los datos de 2022 son del primer trimestre.

Respecto a la distribución de los empleos según el tamaño de las empresas, pese a que las mipymes de hasta 50 trabajadores/as explican casi el 94% de las firmas, la contribución al empleo formal la explican en gran medida las empresas medianas (24%) y grandes (47%).³⁷ En 2018 esta última cifra era de 43%, lo que indica que en los últimos años el empleo fue particularmente traccionado por firmas grandes o que pasaron de ser mipymes a grandes.

Como fuera mencionado, los empleos en SSI presentan una gran concentración territorial, siendo CABA por lejos el principal distrito empleador. Ahora bien, si en lugar de analizar el domicilio de la relación laboral se observa el lugar de residencia de la persona trabajadora, la asimetría territorial persiste, pero se atenúa. En efecto, el 69,5% de las relaciones laborales se dan con empresas radicadas en CABA, pero esa cifra cae en 30 puntos porcentuales si se observa el domicilio de residencia de la persona (cuadro 5). Todo el resto de las provincias gana participación en el total si se observa el domicilio de residencia de la persona, destacándose particularmente la provincia de Buenos Aires, que gana casi 26 puntos de participación, lo cual se explica mayormente por residentes en el conurbano bonaerense que trabajan para empresas cuyas oficinas están en CABA.

³⁷ Dato a mayo de 2022.

CUADRO 5. DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DEL EMPLEO EN SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS SEGÚN DOMICILIO DEL TRABAJADOR Y DE LA RELACIÓN LABORAL, 2021

Provincia	% del empleo según donde vive la persona	% del empleo según donde se da la relación laboral	Diferencia
Buenos Aires	38,14%	13,61%	24,53%
Santa Fe	4,96%	4,40%	0,56%
Entre Ríos	0,92%	0,45%	0,47%
Mendoza	1,78%	1,43%	0,35%
Córdoba	8,84%	7,91%	0,93%
Tucumán	1,01%	0,20%	0,81%
Río Negro	0,44%	0,32%	0,12%
Misiones	0,32%	0,18%	0,14%
Salta	0,49%	0,37%	0,12%
Chubut	0,35%	0,19%	0,16%
Chaco	0,42%	0,56%	-0,14%
Jujuy	0,29%	0,17%	0,12%
La Rioja	0,15%	0,03%	0,12%
La Pampa	0,19%	0,09%	0,10%
Corrientes	0,55%	0,45%	0,10%
San Juan	0,34%	0,30%	0,04%
Neuquén	0,40%	0,76%	-0,36%
San Luis	0,39%	0,21%	0,18%
Santa Cruz	0,16%	0,08%	0,08%
Santiago Del Estero	0,10%	0,11%	-0,01%
Formosa	0,07%	0,08%	-0,01%
Tierra Del Fuego	0,14%	0,10%	0,04%
Catamarca	0,08%	0,23%	-0,15%
CABA	39,46%	67,68%	-28,22%
Total	100,00%	100,00%	0,00%

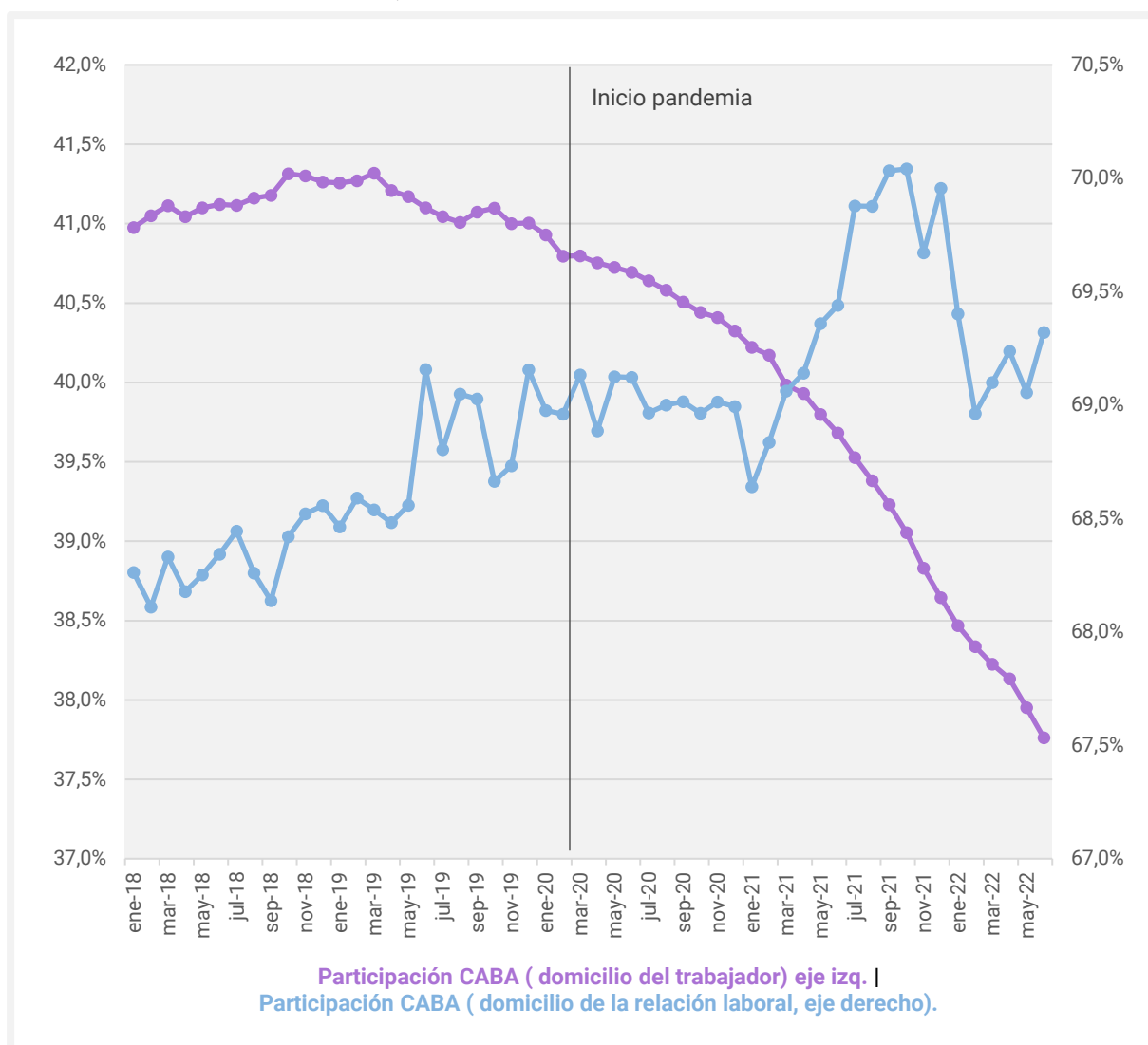
Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

Lo que resulta particularmente interesante es la tendencia. Desde 2018, CABA continuó ganando participación como jurisdicción en la que se da la relación laboral en SSI (pasando

del 68% al 69%). No obstante, es muy notorio cómo incipientemente desde 2019 y particularmente a partir de la pandemia viene perdiendo peso si se presta atención al domicilio de la persona trabajadora: a principios de 2019, los residentes en CABA explicaban el 41% del empleo en SSI, cifra que en junio de 2022 se redujo a menos del 38% (gráfico 22). En otros términos, el auge del trabajo remoto está permitiendo una gradual descentralización del empleo en SSI, apalancado principalmente por empresas cuyas oficinas continúan radicadas en CABA.

El de SSI es un sector masculinizado, con un 32% de mujeres en la actualidad en el segmento asalariado formal. Ese porcentaje viene en ascenso desde 2017 (cuando apenas superaba el 30%) y es heterogéneo entre las subramas.

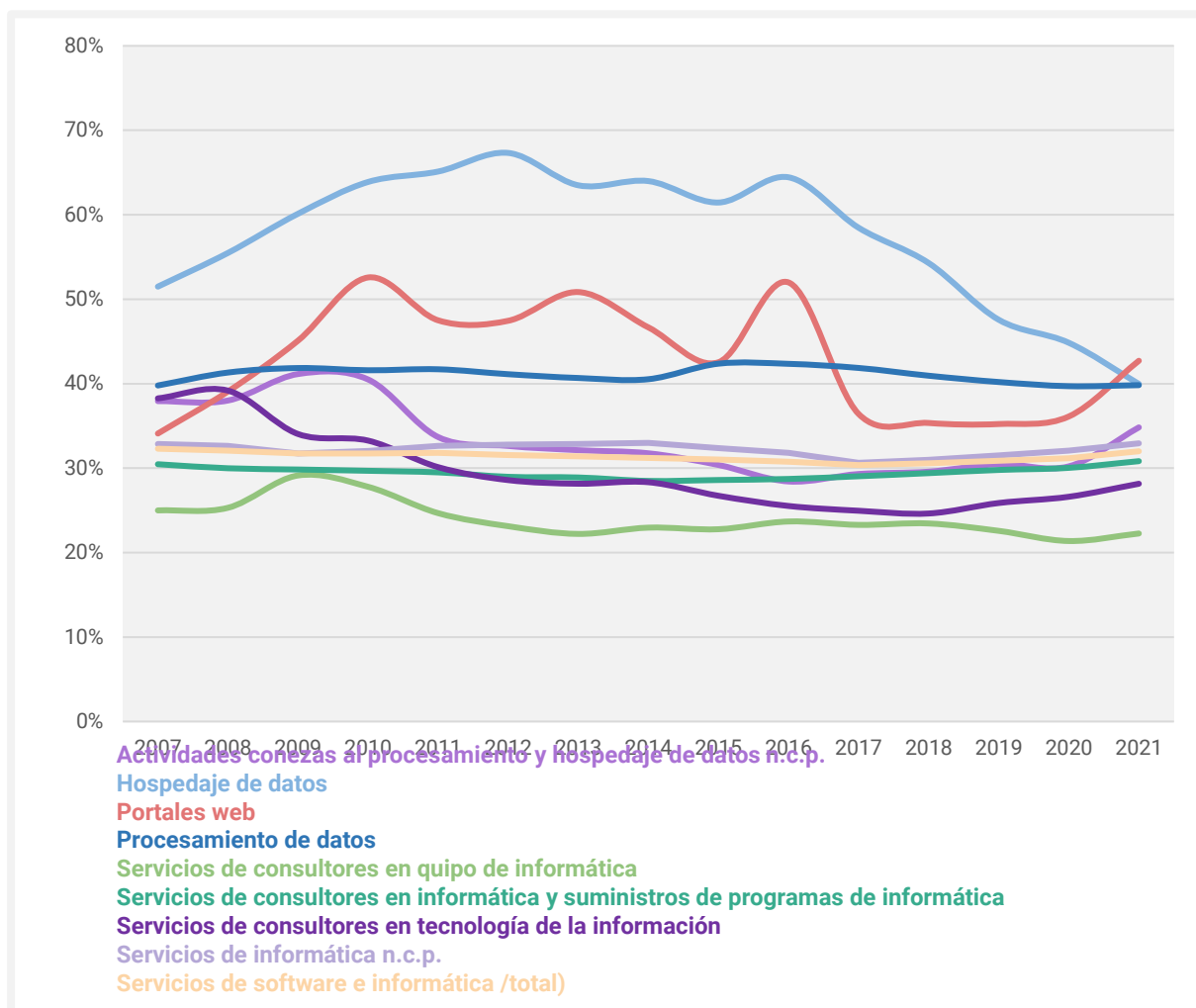
GRÁFICO 22. PORCENTAJE DEL EMPLEO ASALARIADO FORMAL EN SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS EXPLICADO POR CABA (SEGÚN DOMICILIO DE LA RELACIÓN LABORAL Y DEL TRABAJADOR), 2018-2022



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

En general, las subramas de actividad donde se supera el promedio de participación femenina tienden a ser las de menor complejidad técnica relativa y menores salarios. *Portales web* es la más feminizada, con más de 40% de participación femenina. A su vez, es la de menores salarios dentro de SSI. En tanto, *Hospedaje de datos* históricamente fue la más feminizada (incluso superando el 50% de mujeres en varios años) y actualmente está en el 40%. Las ramas más masculinizadas son consultores en equipos de informática (22% de mujeres), consultores en tecnologías de la información (27% de mujeres) y consultores en programas de informática (30% de mujeres). Asimismo, incluso dentro de las mismas ramas se observa que las tareas ejecutadas por varones y mujeres son diferentes: la participación femenina es mayor en las tareas de calificación media (como las de oficina, 40%) y baja (como limpieza con 89%), y menor en puestos directivos (solo 17%), profesionales (29%) y técnicos (24%).³⁸

GRÁFICO 23. EMPLEO FEMENINO EN EL SECTOR DE SSI DE ARGENTINA SEGÚN SUBRAMA (2007-2021)



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

³⁸ Datos de Simplificación Registral de AFIP.

A nivel territorial, existen considerables heterogeneidades en la feminización, con las firmas que operan en CABA y Córdoba a la cabeza de la tasa de feminización (34%) y las tasas de provincias como Tierra del Fuego o Neuquén en torno al 21-22%. Al observar el domicilio de residencia de la persona en lugar del domicilio de la empresa, se observa que las zonas de mayor predominancia de clases medias-altas tienden a tener una mayor tasa de feminización. A modo de ejemplo, el 41% de los trabajadores de SSI que viven en Recoleta y Retiro (CABA) son mujeres, en tanto que dicha cifra es del 39% en Palermo y 38% en Belgrano. En contraste, distritos del AMBA de menores ingresos tienden a mostrar una mayor dificultad para que el empleo en SSI se feminice, como por ejemplo Laferrere (25%) o José C. Paz (26%). Por fuera del AMBA las cifras son por lo general todavía menores.

El perfil de las carreras universitarias asociadas a SSI es disímil por géneros, con los varones mucho más sobrerrepresentados en informática, sistemas e ingeniería electrónica y las mujeres con mayor peso en administración de empresas, contabilidad, diseño, derecho y relaciones laborales. Datos del Ministerio de Educación de la Nación, muestran que la carrera de Informática es una de las áreas menos elegidas por ellas, que representan sólo el 17% de la matrícula. Vale tener en cuenta que en sus comienzos era un área con gran cantidad de mujeres: la carrera de Computador Científico de la UBA, al ser la primera del país, permite comparar datos desde 1962, y muestran que en la década del 70 las mujeres constituían el 75% de la matrícula total en el área (Ministerio de Educación, 11 de marzo de 2021).

El nivel educativo del sector es muy elevado y vale tener en cuenta que en los años más recientes también se ha generado un número importante de personas con capacitación específica a través de programas públicos sectoriales de formación profesional. Sin embargo, **la demanda de personal capacitado supera a la oferta actual**. La CESSI estimó en 2021 que el 50% de los recursos formados va al sector, y el resto se incorpora a organizaciones de otros sectores o al Estado, o se suma a la economía informal de exportaciones “ilegales”. En 2020, las empresas de la CESSI declaraban que para trabajar a pleno potencial necesitarían incrementar en un 61% sus recursos humanos en desarrollo de software y un 23% los puestos de análisis funcional y calidad, sin existir disponibilidad efectiva de dichos recursos (OPSSI, 2020). La demanda no está acoplada a la oferta en relación a la calificación, ya que se demandan cada vez más trabajadores con habilidades técnicas y profesionales mientras que la cantidad de nuevos inscriptos, estudiantes y egresados de las carreras de interés es cada vez menor (Gajst y Frugoni, 2016; López y Ramos, 2018). La ventaja que el país tenía en estos términos en los primeros años del siglo XXI no se ha sostenido a lo largo de los años más recientes, principalmente por una caída en la calidad educativa, aunque también por un aumento de las preferencias por carreras de tipo social y humanístico (López, 2007; López y Ramos, 2018).

Un problema derivado es que las empresas contratan estudiantes, que luego no pueden completar sus trayectos de educación formal, lo que redundará a mediano y a largo plazo en la degradación general de las calificaciones y una menor disponibilidad de recursos senior y semisenior (también reforzada por los estímulos estructurales a posicionarse en el exterior), fundamentales para la producción y para la formación misma de nuevos RRHH. Este problema también se observa en la población docente.

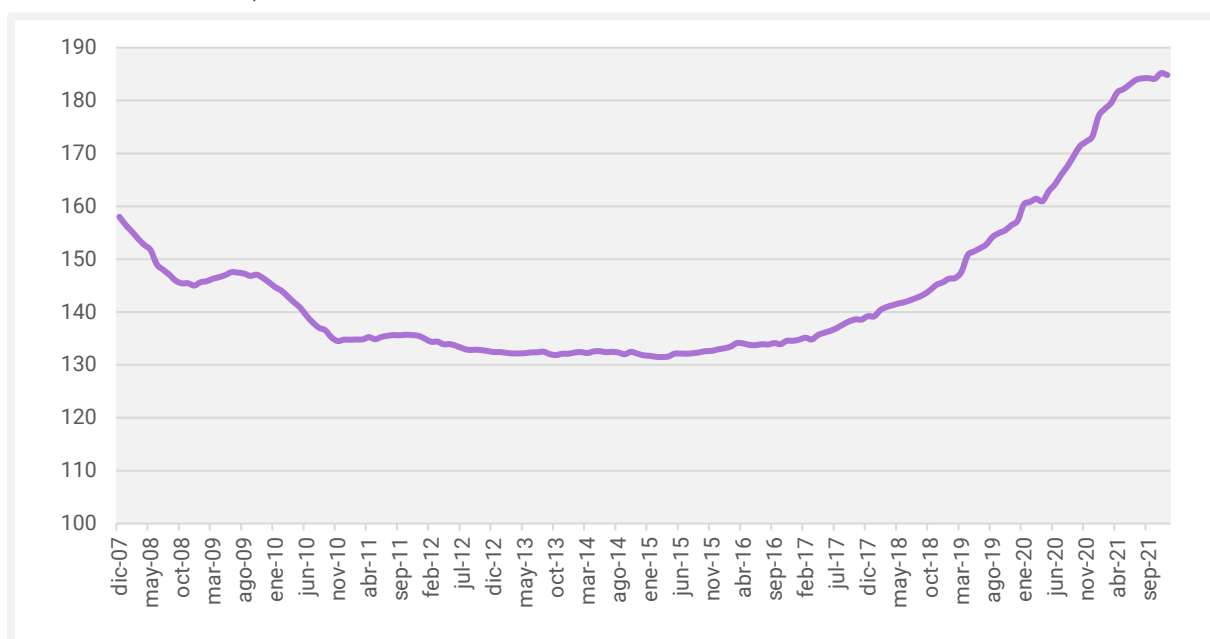
Por su parte, Argencon (2021) analiza que en el marco de la inestabilidad y brecha cambiaria que se acentuó en los últimos años, se produce una fuga de talentos, que se evidencia en particular en un aumento de la tasa de rotación de personal de las empresas (que llegó a superar el 30% en algunos casos, lo que implica la total renovación de las dotaciones en el lapso de 3 años). El recalentamiento del mercado laboral provocado por la pérdida de empleo, sobre todo en niveles medios y altos, implica que las empresas del sector deben incrementar los niveles salariales muy por encima de la inflación para mitigar la fuga. Si bien esto ha permitido que el sector sea uno de los pocos que actualmente presenta mayores salarios reales que en 2017, en paralelo afectó la competitividad de las empresas locales *vis á vis* las del exterior que reclutan personal residente en Argentina.

Salarios

El comportamiento de los salarios en el sector es muy relevante en tanto constituyen el **principal componente en la estructura de costos promedio del sector: 71% de los costos** en 2020 según datos de CESSI (2020).

Se trata de un sector de salarios altos y que en los últimos años tendió a mostrar un desempeño favorable tanto en términos relativos (pasó de ser 40% mayor a la media del sector privado registrado en 2012-2015 a casi el doble en la actualidad) como absolutos (siendo una de las pocas ramas que presentó simultáneamente alto dinamismo del empleo y salarios reales por encima de 2017, año previo al desencadenamiento de la crisis cambiaria que licuó ingresos en el conjunto de la población ocupada).

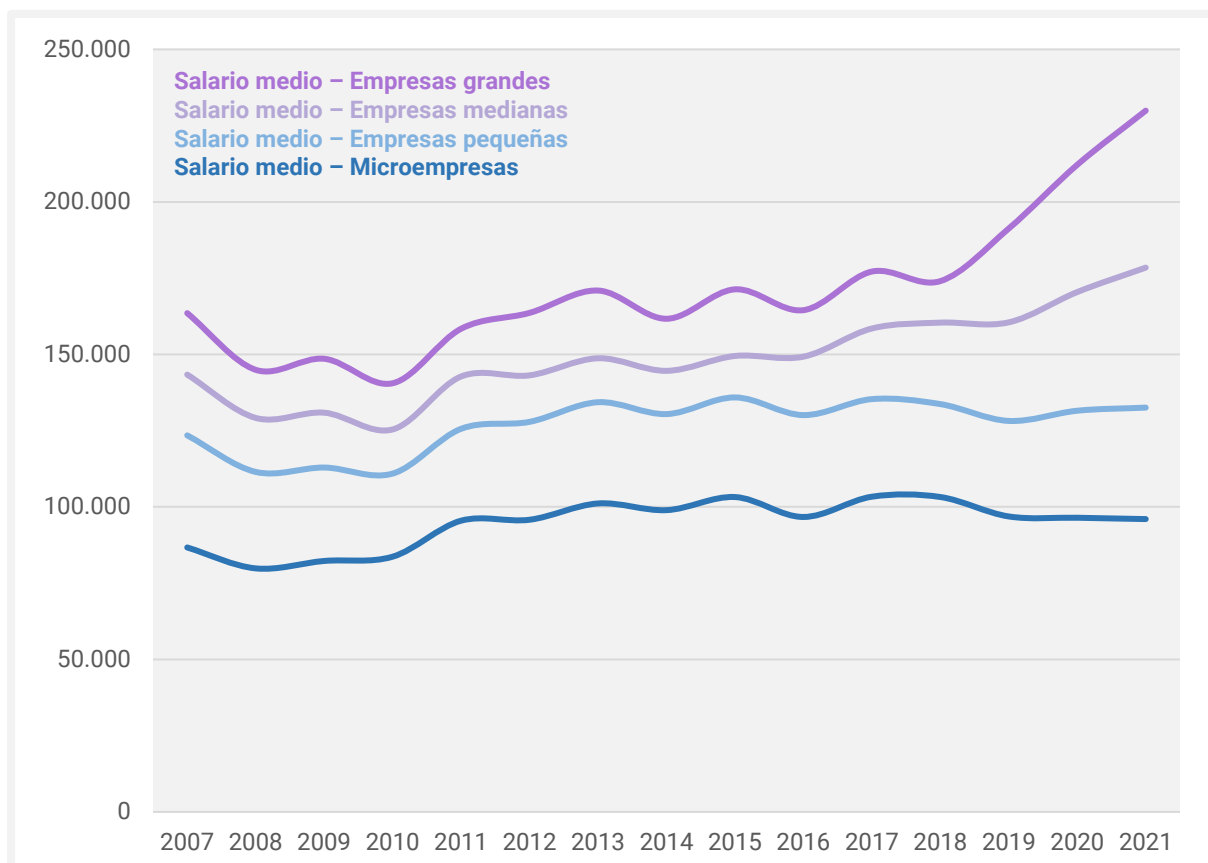
GRÁFICO 24. SALARIO RELATIVO EN LOS SSI (PROMEDIO SECTOR PRIVADO REGISTRADO=100), MEDIA MÓVIL 12 MESES



Fuente: elaboración propia con base en SIPA. Los datos contemplan solo el segmento asalariado registrado privado.

El sector viene caracterizándose por una creciente heterogeneidad salarial, tanto entre trabajadores como entre firmas, posiblemente parte de un mismo proceso. **Estas crecientes brechas salariales han puesto en fuerte desventaja a las empresas pequeñas y microempresas para competir por los recursos humanos que escasean.**

GRÁFICO 25. SALARIOS MEDIOS MENSUALES A PESOS DE 2021 POR TAMAÑO DE EMPRESA EN EL SECTOR SSI DE ARGENTINA (2007-2021), EN PESOS



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

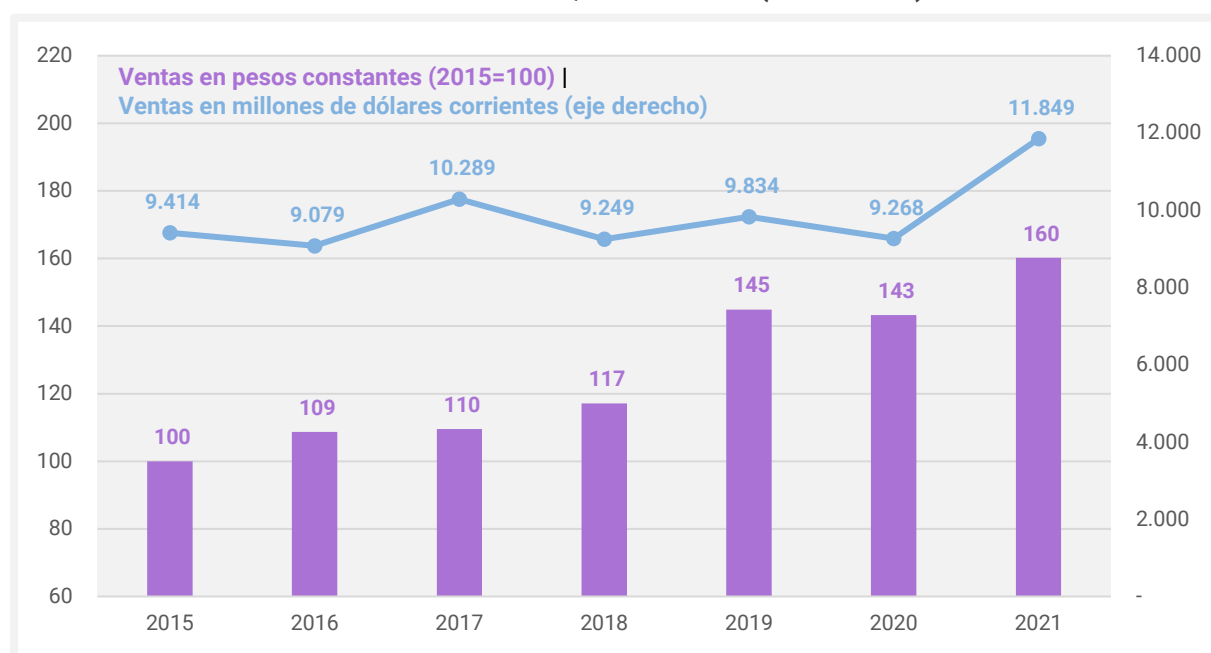
A su vez, la diferencia entre el salario promedio y el mediano tendió a incrementarse en los últimos años, dando cuenta de una creciente desigualdad interna entre los asalariados. Entre 2017 y 2022 la brecha entre salario promedio y mediano pasó de 1,27 veces a 1,53. De este modo, de 85 sectores productivos los SSI pasaron al puesto 9 en heterogeneidad salarial, cuando en 2017 estaban en el puesto 25. Esta creciente desigualdad salarial es un proxy de una creciente desigualdad tecnológica al interior del segmento de los SSI, en donde las empresas medianas y grandes vienen teniendo un dinamismo muy superior al de las micro y pequeñas. En efecto, como fuera mencionado anteriormente, el notable desempeño de los SSI en materia de I+D en los últimos años fue explicado por 4 grandes empresas y en el resto la performance fue mucho más modesta.

Ventas

En el periodo 2002-2018, las ventas de SSI se incrementaron a una tasa anual acumulativa del 10% (Moncaut *et al.*, 2021). Sin embargo, al interior del período se sucedieron distintos comportamientos originados en las oscilaciones económicas del país. Aun así, **la rentabilidad y el valor agregado por trabajador del sector se ubican por encima del promedio de la economía** (López y Ramos, 2018).

Si se analizan los datos de facturación de AFIP para los últimos años, también se observa una tendencia de crecimiento de las ventas en términos reales. Entre 2015 y 2021, la facturación real creció 60%, lo que equivale a una tasa anual acumulativa del 8,1%. En dólares, las ventas oscilaron en torno a los 9.500 millones entre 2015 y 2020, para luego alcanzar un pico de 11.849 en 2021.

GRÁFICO 26. VENTAS DEL SECTOR DE SSI, ARGENTINA (2015-2021)



Fuente: elaboración propia con base en AFIP, INDEC y BCRA.

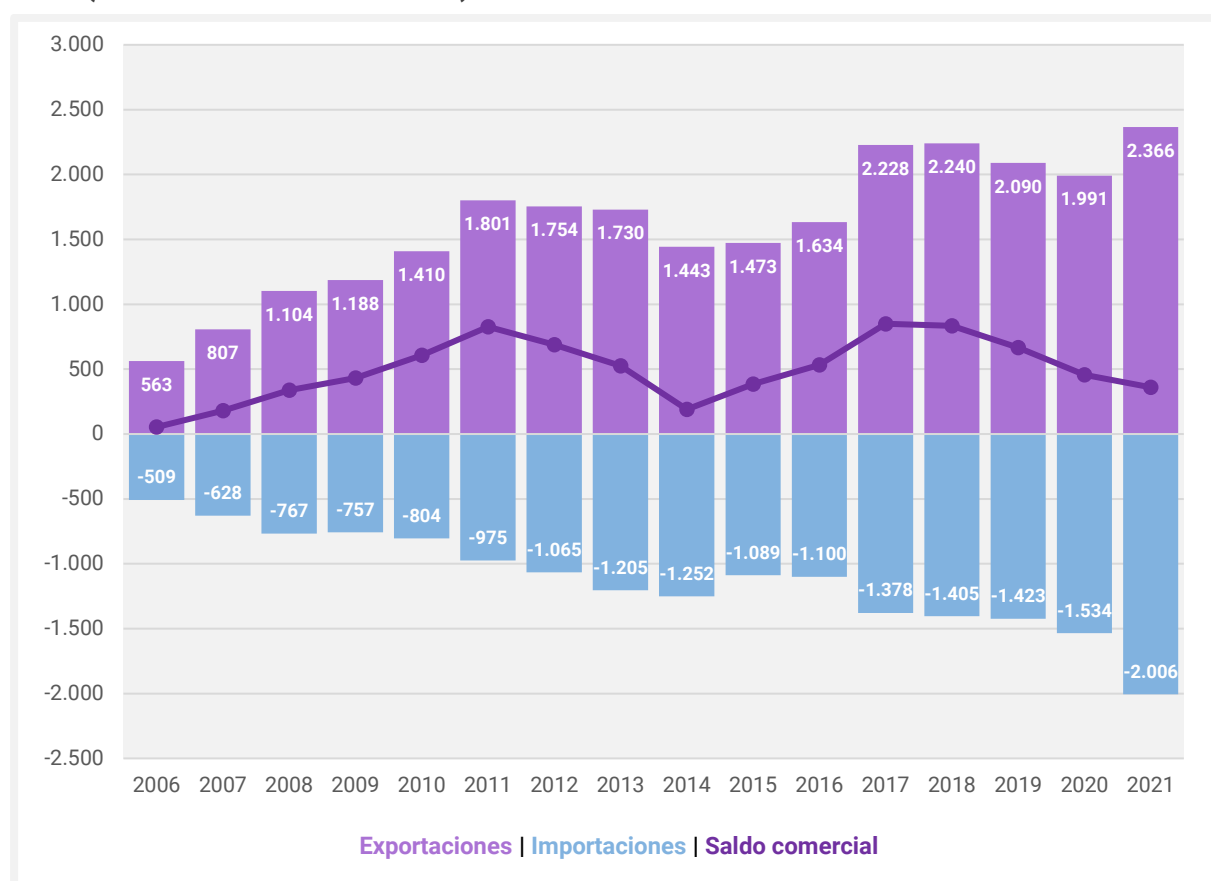
Los servicios son el principal demandante de SSI, destacándose información y comunicación (con alrededor del 25% de las ventas a otras empresas locales, mayormente a otras firmas de SSI) y las finanzas (con el 22%). La industria apenas explica el 11% de la demanda local de otras empresas a las firmas de SSI y tal demanda se concentra en grandes empresas, principalmente de sectores de alta escala como siderurgia, automotriz, farmacéutica, aceites, cerveceras y electrónica.

Según los datos disponibles a 2021, **el Estado representa solo el 8% de la facturación** del sector, lo que contrasta con otras experiencias internacionales que rondan el 15%. (Moncaut *et al.*, 2021).

Exportaciones

El sector de SSI presenta un superávit estructural en materia de comercio exterior. Desde 2006 hasta la actualidad, los ingresos por exportaciones superaron a los egresos por importaciones. La tendencia del comercio exterior es al incremento: 2021 fue récord tanto de exportaciones (USD 2.366 millones, incluyendo servicios de telecomunicaciones) como de importaciones (que por primera vez superaron los USD 2.000 millones). El desarrollo de software a medida es la actividad con mayor participación en las exportaciones totales del sector (58%) (OPSSI, 2018). En tanto, las importaciones se explican en parte por algunas empresas grandes de SSI, empresas de telecomunicaciones, del sector energético y distribuidoras de licencias de software (muchas veces son empresas distribuidoras también de hardware).

GRÁFICO 27. BALANZA COMERCIAL DE SSI (INCLUYE TELECOMUNICACIONES), 2006-2021 (EN MILLONES DE DÓLARES)



Fuente: elaboración propia con base en INDEC.

Entre 2015-2021, Estados Unidos fue por lejos el destino más relevante de las exportaciones de SSI, con alrededor del 50% del total. Le siguieron, en orden de importancia, Brasil (7%), Uruguay (5%), Reino Unido (4%) e Irlanda (4%).

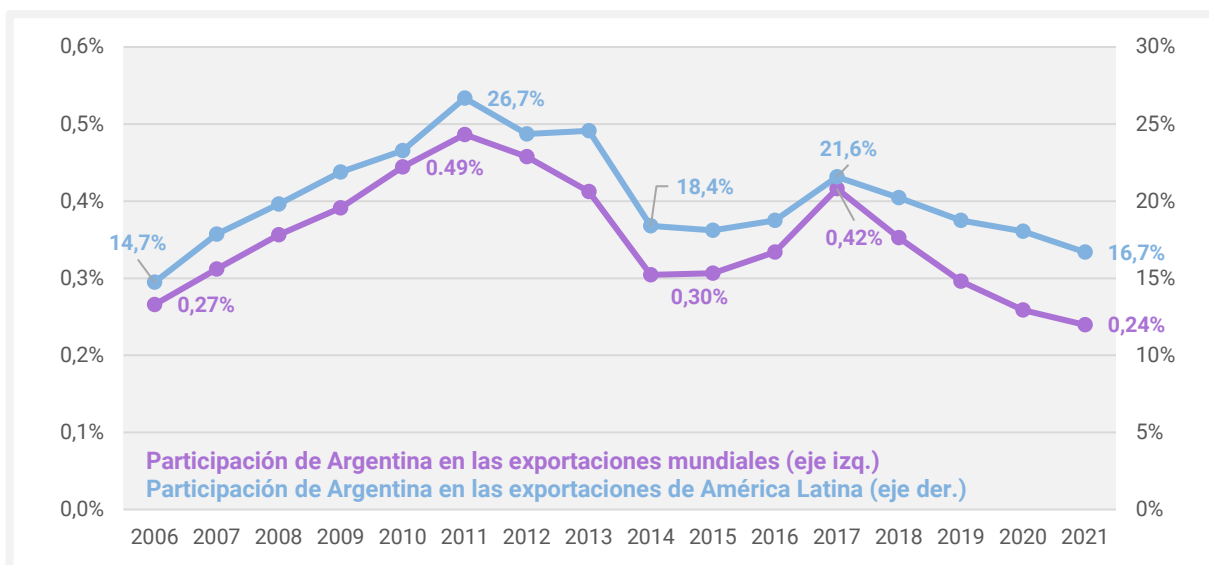
Argentina es superavitaria con la mayoría de los países con los que comercia, con la excepción de países europeos como España (segundo origen de importaciones de SSI por detrás de Estados Unidos), Alemania (tercer origen), Francia, Suecia e Italia y otros como Canadá, Japón, Australia, India, Israel o China.

Esta marcada concentración de Estados Unidos como destino de las exportaciones de SSI obedece a distintos factores como la presencia de firmas de origen estadounidense en el país, así como también el huso horario similar y las afinidades culturales, como mencionan López y Ramos (2018). La morfología de las empresas demandantes extranjeras es otro factor de distinción: la mayoría de los ingresos que provienen del exterior son de empresas multinacionales (64%) (OPSSI, 2018).

Otro dato relevante, que surge de información de los Anuarios de AFIP es el relativamente elevado coeficiente exportador de los SSI, de alrededor del 20% de la facturación en promedio en 2020. Esta cifra aproximadamente duplica la media de la economía y fue 5 puntos mayor a la de 2015, cuando rondaba el 15%.

Más allá de estos datos positivos, en la perspectiva comparada internacional el panorama de Argentina muestra signos de preocupación. La participación del país en las exportaciones mundiales de SSI (incluyendo telecomunicaciones) fue del 0,24% en 2021, la menor cifra desde 2006 (había llegado a ser el 0,49% mundial en 2011). En la región, Argentina también perdió participación: llegó a dar cuenta del 26,7% de las exportaciones regionales en 2011 y en la actualidad da cuenta del 16,7%. La pérdida de participación de Argentina parece estar asociada a la existencia de brecha cambiaria (2011-2015, 2019-2020), que desincentiva las exportaciones locales.

GRÁFICO 28. PARTICIPACIÓN DE ARGENTINA EN LAS EXPORTACIONES MUNDIALES Y DE AMÉRICA LATINA DE SERVICIOS DE SOFTWARE, INFORMACIÓN Y TELECOMUNICACIONES, 2006 A 2021

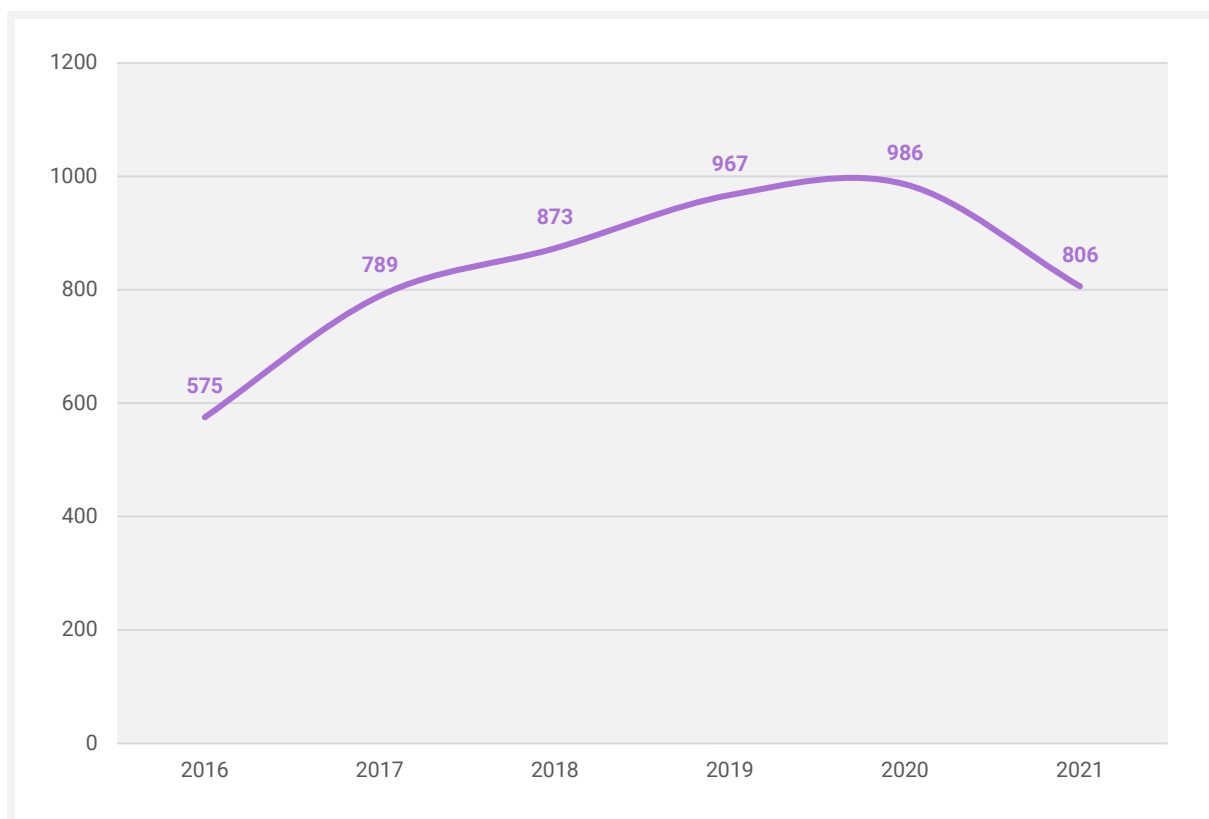


Fuente: elaboración propia con base en UNCTAD.

En cuanto a la cantidad de empresas exportadoras, datos del BCRA muestran una suba sostenida entre 2016 y 2020 (cuando se rozó las 1.000 empresas), pero una considerable caída en 2021, en que se retrotrajo a valores de 2017 (menos de 800 firmas). La brecha cambiaria y la apreciación cambiaria de ese año posiblemente hayan incidido en ese desempeño.

Las exportaciones de SSI están bastante concentradas, con las primeras 20 empresas dando cuenta del 63% exportado en 2021. Dentro de las principales firmas exportadoras se encuentran Mercado Libre, Globant, Salesforce, Exxonmobil Business Support Centre y Medallia.

GRÁFICO 29. CANTIDAD DE EMPRESAS EXPORTADORAS, SECTOR SSI DE ARGENTINA (2016-2021)

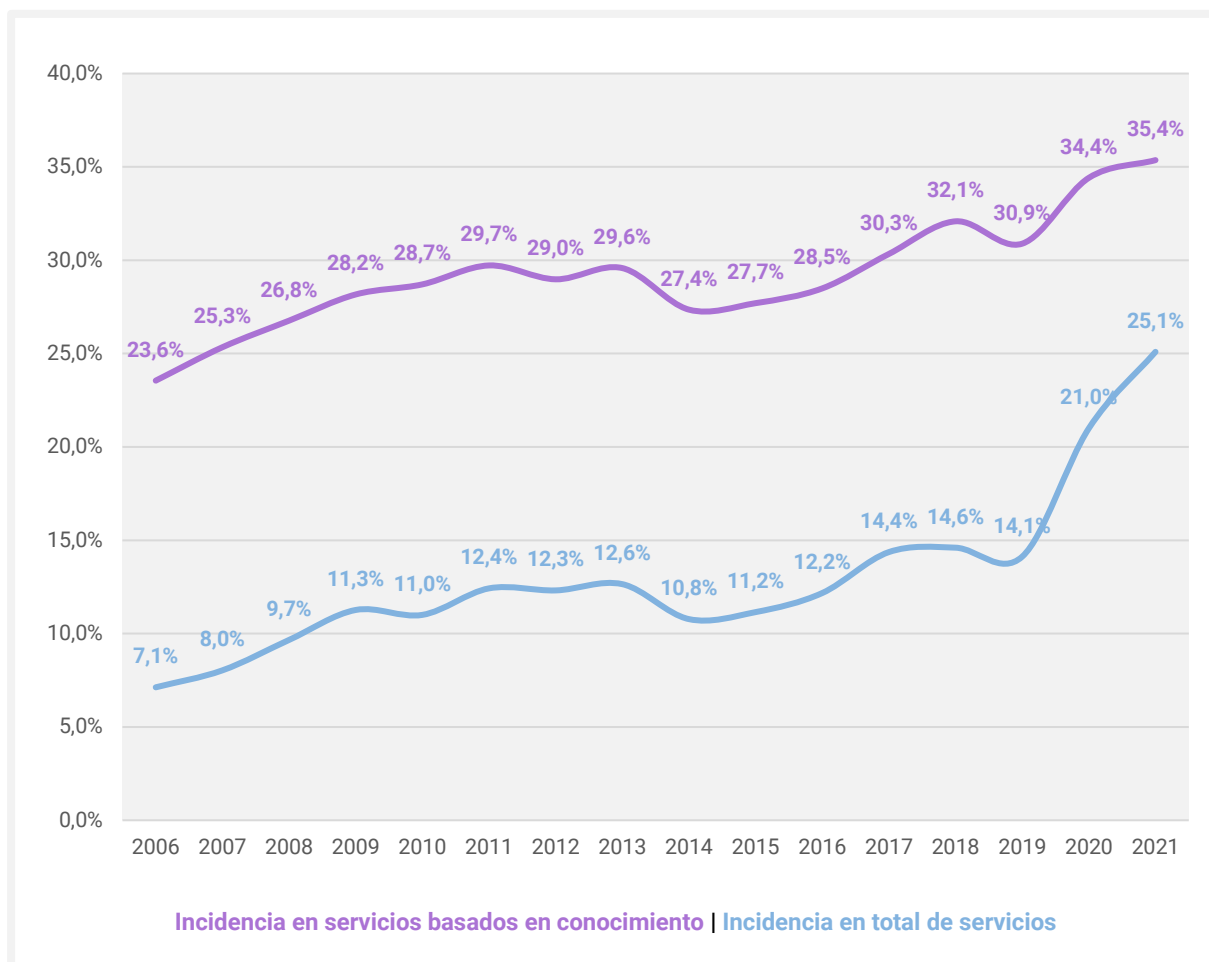


Fuente: elaboración propia con base en BCRA.

De modo similar a lo que ocurre con el empleo, a nivel local el sector de SSI viene ganando peso dentro de las exportaciones tanto de servicios como de SBC. En 2021 dio cuenta del 31,3% de las ventas externas de SBC, cuando en 2007 dicha cifra era del 14,5%. Tomando los servicios en su conjunto también se observa una creciente participación (del 5,5% en 2007 al 12,8% en 2019). El derrumbe de las exportaciones turísticas producto del COVID-19 hizo que los SSI casi duplicaran su peso en las exportaciones de servicios, alcanzando el 23,5% en

2021. Es probable que dicha cifra se reduzca en los próximos años de la mano de la normalización del turismo receptivo.

GRÁFICO 30. INCIDENCIA DEL SECTOR SSI SOBRE LAS EXPORTACIONES DE SBC Y EXPORTACIONES TOTALES DEL PAÍS (2007-2021)



Fuente: elaboración propia con base en INDEC.

Principales instituciones del sector

Las principales instituciones propias del sector son las **cámaras y agrupaciones empresarias y clusters regionales** que agrupan a las empresas de SSI. Además, las **universidades** juegan un rol fundamental a nivel local, dada la relevancia estructural de los recursos humanos formados en este sector.

La Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos de Argentina (CESSI) se constituyó en 1990 como un actor relevante en las vinculaciones del sector con el Estado orientadas al fortalecimiento sectorial. En efecto, ha promovido la creación de programas financieros, otros de promoción de las exportaciones y algunos más elementales de apoyo en la formulación de planes de negocio o negociación con inversores. Además, brinda

Nacional de La Matanza (UNLAM), que en conjunto explican más del 50% de los graduados que trabajan en SSI. Los perfiles de graduados son diferentes por universidad. La UBA se destaca más en profesionales como administración de empresas, contabilidad, derecho y diseño; la UTN en informática e ingenierías; la UADE en administración de empresas, informática, contabilidad y comunicación social; la UNC en administración de empresas, informática y comunicación social y la UNLAM en informática. En otras universidades del conurbano bonaerense (como la Universidad Nacional de Quilmes, la de General Sarmiento, la de San Martín, la de Lomas de Zamora o la de Lanús) también destacan las carreras de informática como las más relevantes dentro del empleo en empresas de SSI.

Además de formar profesionales, las universidades pueden actuar como semilleros de proyectos que pueden convertirse en empresas. La vinculación con universidades privadas en algunas regiones es importante para generar capacitaciones de personal, transferencia tecnológica y consultorías (Calá, 2018). En este sentido, el crecimiento del sector SSI se encuentra íntimamente ligado a este tipo de vinculaciones.

Recuadro 14. Incubadoras y aceleradoras tecnológicas locales

Las incubadoras y aceleradoras de empresas tienen un rol fundamental para el desarrollo de las *startups* del sector de SSI. Son fundadas por individuos, corporaciones o instituciones públicas y tienen por objetivo apoyar al desarrollo de las empresas nacientes en sus etapas tempranas. Suelen proveer espacios físicos (en ocasiones para *coworking*), brindar mentoría, asesoramiento y redes de contacto, entre otros. Por su parte, las aceleradoras trabajan sobre un modelo de negocio ya establecido para potenciar su crecimiento, y suelen incluir programas de incubación, en que se seleccionan *startups* para proveer mentoría y acceso a capital semilla, eventos de trabajo en red y presentaciones públicas de los proyectos ante posibles inversores como último paso.

El Estado ha tenido un rol fundamental en el desarrollo de las instituciones de apoyo. En primer lugar, muchas de las incubadoras argentinas pertenecen a universidades públicas o gobiernos locales. A su vez, diversos programas han promovido el desarrollo de su actividad incorporándolas en la política de financiamiento emprendedor, mediante subsidios por su operación y mediante mecanismos de coinversión (para más información ver el recuadro 15 más abajo).

Estas instituciones están localizadas geográficamente en los lugares donde el ecosistema emprendedor se encuentra más desarrollado. En Argentina, tanto los emprendimientos como las incubadoras y aceleradoras están concentradas principalmente en 4 provincias. Las *startups* que recibieron financiamiento semilla o emprendedor en 2021 se distribuyeron de la siguiente forma: CABA y Buenos Aires 75,9%, Santa Fe 12%, Mendoza 4,8%, Córdoba 4,8% y Salta 1,2% (ARCAP, 2022). A su vez, la mayoría de las incubadoras están radicadas en AMBA, Córdoba, Santa Fe y Mendoza.

Tanto las incubadoras como las aceleradoras suelen enfocarse en mercados particulares, trabajando con emprendimientos de verticales determinados. En Argentina hay incubadoras y aceleradoras enfocadas en SSI.

Continúa.

Continuación.

Nxtp Ventures es uno de los fondos locales con mayor cantidad de emprendimientos acompañados. Está localizado en Buenos Aires y se especializa en los verticales *cloud* & SaaS, habilitadores de *e-commerce*, *fintech*, *business to business* (B2B), *marketplaces*, inteligencia artificial y negocios basados en datos. Este fondo opera desde hace 11 años y ha realizado 130 inversiones, con 32 *exits*³⁹ y 6 unicornios en su portfolio. Uno de sus emprendimientos fundeados es Auth0. Este unicornio argentino de ciberseguridad utiliza tecnología *cloud* & SaaS para ofrecer una plataforma de identidad y autenticación empresarial.

En la provincia de Córdoba se encuentra Incutex. Se especializa en *startups* tecnológicas. Una de las empresas que apoyó es Wisecx, que desarrolló un software inteligente de atención omnicanal para mesa de ayuda. La plataforma centraliza los canales de atención y ventas en una bandeja única para seguir en forma integral las conversaciones, permitiendo crear métricas y automatizar procesos.

Fundado en Mendoza, Embarca es un fondo de capital de riesgo que a su vez realiza actividades de aceleradora. Acoge principalmente *startups* tecnológicas aunque también ha incursionado en otros sectores como el espacial. Algunas de ellas son Cárbula, un marketplace integral para la compra y venta de autos usados con especial atención en su nivel, comodidad y seguridad; Pareto Frontier Capital, un administrador de activos automatizado para realizar trading a través de algoritmos; y Cerebrocurioso, enfocada en educación 4.0 que buscan despertar la curiosidad, creatividad y habilidades de los niños y las niñas.

Otras aceleradoras como Imagine Labs, Yavu Ventures, Globant Ventures, Founders Labs, también forman parte de las decenas de instituciones abocadas a proveer asistencia y financiamiento a emprendedores y desarrollar su ecosistema mediante diversas iniciativas.

Fuente: elaboración propia con base en Gonzalo et al. (2022).

En estas interrelaciones locales, la presencia de asociaciones, cámaras, polos y *clusters* también es fundamental. Las iniciativas de este tipo se ubican principalmente en la región centro del país, aunque se registran algunas en otras regiones como el NEA, el NOA, Cuyo y Patagonia (Gajst y Frugoni, 2016; López y Ramos, 2018).

Los *clusters* aglomeran empresas especializadas en algún eslabón de la cadena productiva, lo que genera diversos beneficios, tales como la especialización y el *upgrading*, el surgimiento de redes de proveedores, la atracción de trabajadores calificados, la formación de acciones colectivas entre empresarios y la mejora en el acceso a la información, entre otras. Además, esto puede fortalecer la articulación con otros sectores de la economía ya que la interacción entre firmas potencia la generación y transmisión de conocimientos, mejorando la difusión de

³⁹ Es la venta de acciones de una empresa, cuando comienza a cotizar en bolsa o cuando es adquirida por otra compañía.

tecnologías. Dos casos a resaltar en el interior del país son el Clúster Córdoba Technology que ya cuenta con 20 años de trayectoria y, al igual que el Polo Tecnológico Rosario, se ha focalizado en el fortalecimiento de la calidad del *software* y la formación de personal, apoyándose en una alta participación del Estado provincial (Borrastero, 2018; Lepratte y Artopoulos, 2021; López, 2007).

Recuadro 15. La emergencia de la industria del capital de riesgo y el rol del Estado

En términos generales, la industria de capital de riesgo en Argentina se desarrolla en tres grandes etapas (Gonzalo *et al.*, 2022):

1. El desarrollo inicial se da durante la década de los '90, en un contexto de régimen de convertibilidad, afluencia de fondos externos y privatización de empresas públicas. En el año 2000 esta fase alcanza su punto máximo debido al boom de las empresas puntocom que terminó en una caída abrupta de las operaciones tras el estallido de la burbuja tecnológica internacional.
2. El fuerte crecimiento económico de los años 2000 empuja la reconstitución del capital de riesgo local. Los fondos públicos comienzan a tener un rol más importante en la promoción de la creación de empresas tecnológicas.
3. La nueva Ley de Emprendedores (actualidad) marca una nueva etapa al generar un impulso a la creación de *startups* mediante la creación del Fondo Fiduciario para el Desarrollo del Capital Emprendedor (FONDCE) del Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE).

El FONDCE tuvo como principal objetivo fortalecer la cadena de financiamiento y asistir en el desarrollo y crecimiento de los emprendedores y del ecosistema emprendedor. Para ello se lanzaron inicialmente un fondo semilla, uno de aceleración y un fondo de expansión. A través de ellos se ha buscado generar y alentar un ecosistema emprendedor en Argentina apuntalando la cadena de financiamiento emprendedor. Entre los tipos de asistencia financiera previstas en el FONDCE se encuentran los préstamos de honor (sin garantías), aportes no reembolsables, mecanismos de coinversión, créditos a tasa cero, capital semilla, promoción de matching funds y coinversiones con fondos privados.

En el programa aceleración fueron seleccionadas 13 aceleradoras, de las cuales 10 eran tecnológicas. Estas últimas eligieron principalmente proyectos pertenecientes al sector SSI, siendo las fintech y SSI los verticales con mayor cantidad de proyectos tecnológicos.

El Fondo Expansión se propuso seleccionar tres administradores de fondos de capital de riesgo para apoyar su operación y consolidación a nivel local y potenciar el crecimiento global de emprendimientos con altos grados de diferenciación e innovación.

Los montos de inversión y la cantidad de emprendimientos en los que invirtieron fueron significativamente menores a los objetivos planteados por la convocatoria. En este programa también se destacaron los proyectos de SSI, ya que de los 10 emprendimientos fondeados la mitad pertenecen a este sector.

Continúa.

Continuación.

Entre los impactos positivos de estas intervenciones estatales se pueden mencionar la creación y consolidación de nuevos emprendimientos, incubadoras y aceleradoras, y la capacidad para fomentar instituciones de apoyo a emprendedores por fuera del AMBA. Participaron aceleradoras de Santa Fe, Córdoba y Mendoza, e incubadoras de 12 provincias.

Recientemente, en el marco de la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo se discontinuó el Fondo Semilla y fue reemplazado por el de Emprendedores Dinámicos. Los programas PAC Emprendedores, Escalar Emprendedores y Sinergias se suman al anterior para cubrir etapas avanzadas de lo que podría considerarse un capital semilla, sea a través de ANR o de créditos blandos, y también apuntan a consolidar instituciones del ecosistema emprendedor.

Fuente: elaboración propia con base en Gonzalo et al. (2022).

Principales desafíos y oportunidades

Del panorama trazado en los apartados anteriores emergen las siguientes problemáticas y potenciales de prosperidad sectorial:

1. Los recursos humanos (que representan el 70% de los costos totales de producción)

- Escasean estructuralmente.
- Con brecha cambiaría se vuelcan a la producción para el exterior (formal o informal).
- Son reemplazables en otras localizaciones globales más baratas en dólares (como India u otros países de Latinoamérica con capacidades acumuladas).

Al mismo tiempo, la trayectoria de crecimiento continuo del sector durante ya casi tres décadas (copromovida por las estrategias de *outsourcing* de las firmas globales y por las políticas sectoriales implementadas a nivel local) permite contar hoy con una masa crítica muy importante de empresas, recursos humanos y experiencia. Con lo cual el capital humano local –principal recurso del sector– es alto, como también la capacidad productiva.

2. Las microempresas (70% de la cantidad de empresas y 9% del empleo)

- No pueden ofrecer salarios competitivos y tienden a rezagarse en tecnología y salarios respecto a las grandes y medianas, aumentando la dualidad estructural del sector.
- Encuentran dificultades para obtener financiamiento.

Pero al mismo tiempo, el potencial de innovación y las posibilidades de reorientación del perfil productivo se encuentra en estos estratos de firmas (junto a las pequeñas y muchas medianas), que son las más necesitadas de incentivos públicos y de generar estrategias empresariales innovadoras para su supervivencia y crecimiento.

3. Las grandes empresas (en general internacionales/internacionalizadas)

- Captan agresivamente la mayor parte de los RRHH más formados.
- Invierten en I+D con recursos propios o consiguen financiamiento.
- Venden horas de desarrollo a bajo costo en dólares en sus redes dentro de la CGV.

Pero al mismo tiempo su presencia –así como la de los unicornios argentinos– habilita la atracción y canalización de inversiones que, con los incentivos y la regulación estatal apropiados, pueden dirigirse –al menos parcialmente–, en función de un perfil de especialización más autónomo.

4. La demanda tecnológica y el perfil de especialización local

- Tiende a no complejizarse, por lo mencionado en los tres puntos anteriores.
- Se restringe por tratarse de sectores o poco digitalizados o vinculados a redes transnacionales de producción que incluyen al software (como automotriz o maquinaria agrícola).
- La demanda y especialización son aspectos históricamente desatendidos desde el Estado, aunque esto último comienza a cambiar mediante la implementación de los programas Potenciar y Nodos de la Economía del Conocimiento.

A su vez, como se destaca en distintos capítulos de esta Misión, en Argentina hay mucho por hacer en términos de digitalización de la industria y el turismo, como también existe un amplio campo de demanda potencial en servicios públicos esenciales como salud y educación.

5. A este cuadro se suma:

- Que los recursos y capacidades disponibles en la actualidad están concentrados geográficamente, pero las prácticas cada vez más extendidas de trabajo remoto permiten que las empresas contraten trabajadores/as de cualquier localización sin requerir su migración física. Y esto, a su vez, presenta una doble cara: así como facilita a las empresas locales la contratación desterritorializada, y a los territorios locales la radicación de empresas y trabajadores/as con alta capacidad de consumo, también facilita la “telemigración” o fuga de talentos virtual hacia empresas del exterior.
- Los recursos humanos acusan una profunda masculinización, que es todavía mayor en las tareas de mayor calificación y en segmentos como programación y sistemas.

En suma, las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para el sector de SSI argentino pueden resumirse así:

FIGURA 4. MATRIZ FODA DE SSI EN ARGENTINA



Como industria de industrias el sector de SSI debe contribuir con claridad al aumento general de la productividad de la economía local. Y en este camino se deben garantizar la reproducción del sistema (recursos humanos) y la sustentabilidad del valor agregado local. **El aumento de la complejidad tecnológica derivado de esta reorientación, traccionará a su vez las exportaciones de productos y servicios especializados.**

De modo que, además de fortalecer los vectores del crecimiento histórico del sector local –capital humano y exportaciones– el Estado debe intervenir para reorientar a mediano plazo el perfil de especialización hacia la I+D, la vinculación con el tejido local y los productos de software especializado (con la propiedad intelectual asociada).

Argentina todavía está lejos de aprovechar sus fortalezas en SSI para generar proveedores de servicios intensivos en conocimiento en cadenas basadas en recursos naturales, con proyección internacional (como Australia, entre otros casos). No sólo la producción agroganadera presenta oportunidades claras en esta dirección, sino también las industrias minera y energética (por ej. vinculadas al litio y cobre, petróleo y gas no convencional y energías renovables), la del vino, e incluso otras cadenas que no transforman directamente recursos naturales, pero se vinculan a ellos como la del turismo (algo que se aborda en la

Misión 11 sobre Turismo Sostenible). A la vez, asociar la producción de SSI a las actividades distintivas de cada región del país tendrá el plus de una mayor federalización del sector.

De esta manera, los desafíos para el sector SSI en adelante son los siguientes:

Desafío 1

De los servicios estandarizados a los productos y servicios especializados para los RRNN

Producción, trazabilidad, marcas de calidad, tecnologías de confianza, entre otros

Desafío 2

De la concentración geográfica a la distribución según los requerimientos del desarrollo regional

Áreas agrícola-ganaderas, minerales y metales, energía (petróleo y gas, renovables), vino, turismo, entre otras

Encarar ambos desafíos específicos permitirá apuntalar los siguientes desafíos económicos y tecnológicos generales planteados en la Misión Digital:

- Crecimiento y regionalización del empleo calificado;
- Crecimiento y regionalización de la empresarialidad;
- Ingreso de divisas a partir de exportación de productos, servicios y propiedad intelectual de mayor valor agregado;
- *Upgrading* tecnológico;
- Transversalidad productiva.

Análisis de políticas internacionales en SSI

Australia: software para los recursos naturales del país

El caso de Australia es especialmente significativo como experiencia en desarrollo de un sistema nacional de innovación y esfuerzos intensivos de I+D con encadenamientos hacia las actividades primarias. Las lecciones principales se vinculan al desarrollo de software orientado a la minería: desde mediados del siglo XX el sector minero australiano ha tenido un dinamismo notable y es por eso que su estrategia tecnológica combina el auge de la actividad minera con una fuerte inversión en I+D para dar lugar a la “era tecnológica de la minería”. En esa estrategia, la provisión de software especializado juega un rol muy relevante.

Este modelo comenzó con una fuerte iniciativa pública para facilitar el trabajo conjunto entre el sector público, privado y académico, y para 2001 el gobierno anunció la creación de la **Agenda de Acción Industrial** con el objetivo de proveer a la industria un marco colaborativo con el sector público e identificar las fortalezas y debilidades del sector para desarrollar una estrategia a futuro. El principal elemento de estudio de esta Agenda fueron los **Proveedores de Equipos, Tecnologías y Servicios para la Minería (METS)**: se trata de grupos de empresas que tienen gran parte de sus ventas vinculadas al sector minero y se componen de la siguiente manera (CSIRO, 2017):

- 44% empresas proveedoras de equipamiento
- 39% empresas proveedoras de servicios
- 3% empresas proveedoras de tecnología altamente especializada
- 14% otros servicios

Dentro del grupo de empresas proveedoras de tecnología, el segmento Software de Minería y Exploración Minera (EMS) para el año 2013 contaba con alrededor de 100 empresas operando en el sector (Austrade, 2013; último dato disponible). La importancia de este segmento radica en que su desarrollo es clave para la mejora de la productividad en su sentido más amplio, ya que atraviesa todo el espectro de las operaciones mineras, desde la exploración hasta las actividades de operación y posterior medición de productividad de la mina.

Las instituciones de apoyo al sector de las METS fueron determinantes para el desarrollo de estos proveedores. Puntualmente la Agencia de Investigación CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*) y los Centros de investigación Cooperativa financiados por la industria y el gobierno (CRC por sus siglas en inglés) tienen un sólido historial de éxito en el desarrollo de las TICs para la minería:

- En I+D, CRCMining (un centro de investigación minera multimillonario reconocido internacionalmente, cuyo objetivo es ofrecer una corriente de soluciones innovadoras que mejoren sustancialmente tanto la seguridad como la productividad –de capital y de

trabajo– de la industria minera mundial) es un caso representativo de los avances en monitoreo y control electrónico y en software avanzado.

- La demanda mundial en procesamiento de datos mineros también está siendo satisfecha por empresas australianas con desarrollo de software que se traduce en mayores beneficios en términos de productividad, eficiencia, seguridad y ahorro de costos.
- En Software de Minería y Exploración Minera, el caso de Micromine es representativo del éxito en las exportaciones del sector.⁴⁰
- También se destaca el software para desarrollo de modelos financieros que permite un mejor seguimiento y control de costos tanto para minas individuales como para los sistemas de información para la gestión empresarial.

Es importante mencionar el rol de las instituciones y sus aportes en el desarrollo del conjunto de las METS, entre las cuales cabe destacar:

- Los Centros de Investigación Cooperativos (CRC, *Cooperative Research Centres*) que existen desde 1990 y apuntan a mejorar la competitividad apoyando la colaboración entre gobierno-industria-investigación-empresas para abordar los desafíos y maximizar el potencial de innovación. Muchos CRC vinculados a la minería permanecieron vigentes durante largos períodos de tiempo y proveyeron financiamiento (público con atracción de recursos privados) a distintas misiones específicas de mejora de la productividad y seguridad de la industria. Se han desarrollado al menos diez CRC vinculados a la minería con foco en las actividades del proceso productivo (Meller y Gana, 2015).
- CSIRO es una Agencia de Investigación multidisciplinaria que ha estado involucrada muchos años en la investigación e innovación minera y es parte integral del ecosistema de la industria. Además, ha participado en buena parte de los CRC desarrollados desde 1990 y en 2017 presentó la Hoja de Ruta (HRT) de las METS (METS Industry Roadmap) con el objetivo de delinear el futuro del sector.
- Los denominados Centros de Crecimiento de Industria (*Industry Growth Centres* – IGC) son parte de la Nueva Política Industrial impulsada por el gobierno (destinado a las METS, entre otros sectores) y proveen financiamiento para infraestructura y proyectos compartidos

⁴⁰ Micromine es un proveedor de soluciones de software y consultoría para cada etapa del proceso minero, con oficinas en 18 de las capitales mineras del mundo. Mantiene un amplio programa de investigación y desarrollo (I+D), ha recibido más de 11 millones de dólares australianos en subvenciones del Gobierno australiano, incluyendo la mayor concedida a un proveedor de software minero. Las innovaciones técnicas y la capacidad comercial de la empresa han sido premiadas por el Gobierno australiano y varios grupos del sector. En 2016, los premios Australian Mining Prospect Awards nombraron a su fundador, Graeme Tuder, como ganador del premio a la contribución a la minería. Anteriormente, Graeme fue nombrado Héroe Australiano de la Exportación por el Consejo de Exportación de Australia, el Premio C.Y. O'Connor del Gobierno de Australia Occidental a la Excelencia en Ingeniería y el Premio al Exportador del Año de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), entre otros reconocimientos globales.

entre los centros y fondos específicos para cada centro. Además, su estrategia contempla: identificar regulaciones innecesarias que traban el crecimiento del sector; mejorar el vínculo entre investigación e industria mejorar la capacidad de insertarse en mercados internacionales y CGV.

- Austmine: organización empresarial de las METS fundada en 2002, gestiona distintas misiones para acercar a las METS a potenciales clientes y penetrar nuevos mercados en un trabajo conjunto con Austrade (agencia gubernamental encargada de la promoción de exportaciones). Ambas organizaciones han sido un gran apoyo a favor de las METS.

El rápido desarrollo alcanzado en software de minería y exploración minera dio lugar al aumento de la inversión en I+D y a la expansión de muchas empresas en el extranjero, conectando así la producción local con la exportación: actualmente más del 50% del software de minería del mundo es desarrollado en Australia. Dicho esto, a nivel más general, es importante destacar el esfuerzo por vincular a las empresas mineras y a las METS, ya que es fundamental para el desarrollo de estos proveedores y de las ventajas competitivas del sector. En este sentido la Agenda de Acción Industrial culminó con la aprobación del reporte *Mining Technology Services: Australia Leading the World* (2003), que consistió en un acuerdo público-privado entre la industria, el gobierno y agencias federales, con el objetivo de potenciar el sector identificando desafíos y superando barreras al crecimiento, tales como unificar el sector (debido a su naturaleza heterogénea y fragmentada que perjudica las posibilidades de desarrollo e internacionalización); facilitar el acceso de las METS a servicios de I+D, y atraer inversiones, entre otras.

Entre las medidas más recientes, en 2021 el gobierno australiano presentó su estrategia denominada Australia's Global Resources Strategy de apoyo a las METS para fortalecer la competitividad global y a Australia, para satisfacer la demanda mundial de recursos energéticos y minerales tecnológicos. Para ello el gobierno está destinando alrededor de USD 25 millones entre 2021 y 2022 (Labó Fossa, 2022). Además, el reporte *Australia 2030: Prosperity through Innovation* es un plan para que Australia prospere en la carrera de la innovación global y propone recomendaciones que sustentan su política estratégica con foco en mejorar la eficacia de la I+D, mejorar la cultura nacional de innovación, formar a los australianos con habilidades relevantes y estimular el aumento de la productividad para convertirse en líder mundial en la prestación de servicios innovadores (Labó Fossa, 2022).

India: financiamiento emprendedor y políticas específicas para software de exportación

El caso de India resulta de interés para analizar el diseño de la política nacional que ha llevado al país a posicionarse como líder mundial en la exportación de SSI (Gonzalo *et al.*, 2018).

Desde las incipientes actividades de exportación de software de menor valor agregado de mediados de los 80, hasta el ascenso en las cadenas globales de valor de la década de 2000 en adelante, la industria del software ha sufrido una serie de transformaciones (Gonzalo *et al.*,

2022). Para extraer las lecciones que presenta el caso de India se relevan a continuación las políticas e instrumentos desarrollados desde la consolidación del país como exportador de servicios informáticos:

- Por un lado, el ecosistema general de promoción e inversión en *startups*, donde las de SSI tienen un importante protagonismo.
- Por el otro, la reciente Política Nacional sobre Productos de Software específicamente, vinculada a encadenamientos con la industria nacional.

Ambos aspectos han coadyuvado por igual al posicionamiento del sector de SSI del país.

Cabe mencionar como antecedente el proceso de liberalización de los '90 y apertura de la economía desde la implementación de la NEP (New Economic Policy) que trajo impulso a las *startups* indias y una mayor participación de empresas transnacionales (IED) orientadas al mercado estadounidense. En este contexto, el predominio de las capacidades locales desarrolladas en etapas previas, sumado a la comunidad de residentes indios en Estados Unidos vinculados al Silicon Valley, contribuyó a crear una red de conocimientos y capital de riesgo que, para 2019, dieron lugar al *VC Boom*: las industrias IT & ITES⁴¹ concentraron el 69% de los negocios (Gonzalo, 2021).

Luego de la consolidación de políticas históricas de infraestructura digital y promoción del sector software, el creciente papel de los fondos VC para el financiamiento de *startups* dio lugar a una serie de programas y medidas específicas que involucran a las empresas de SSI:

- *2016 Start-up India*: proporciona certificados, compras públicas, exenciones de impuestos y financiamiento público.
- *SIDBI Start-up Mitra*: (Banco para las Pequeñas Industrias) reúne emprendedores, incubadoras, fondos de capital de riesgo, inversores ángeles, organismos de la industria y bancos.
- *Great Indian Start up Carnival*: parte de 10.000 Start-ups Programme de la NASSCOM que promovió que muchas firmas multinacionales lanzaran su propio acelerador de programas
- *"Fund of funds for Start-ups"* –FFS– (2016): Fondo de alrededor de USD 1.500 millones para apoyar iniciativas de innovación (no se invierte directamente en las *startups*, sino que se constituyen *Fondos de Inversión Alternativos* que se encargan de seleccionar las empresas en las que se invertirá y deben invertir el doble del monto que tomen del FFS).

⁴¹ Tecnologías de la información y Servicios sobre tecnologías de la información (esta última asociada a los BPO: *Business Process Outsourcing* o contratación de actividades y funciones empresariales no principales a un proveedor externo).

- *Karnataka Start-up Policy (2015-2020)*: iniciativa para el crecimiento de 20.000 *startups* con financiamiento a partir de fondos del Estado subnacional de Karnataka, *Karnataka funds* y la creación de un fondo de fondos destinados a generar soluciones innovadoras en sectores con impacto social.

Respecto a la vinculación del sector de software con la industria, el programa *Make in India (2014)* está destinado a potenciar la manufactura y otros sectores de la economía. El programa está basado en cuatro pilares que incluyen: facilitar el entorno empresarial y desregular la industria durante todo el ciclo de vida de una empresa; desarrollar ciudades inteligentes con tecnología de punta en comunicaciones mediante actividades de innovación; ofrecer incentivos para la inversión extranjera directa y transformar el rol del Estado de *regulador a facilitador* para promover la interacción gobierno-industria. Entre las iniciativas ligadas al desarrollo de actividades de innovación e I+D se encuentra la ampliación del ecosistema de *startups* ya mencionado. Sin embargo, es importante destacar que la actividad exportadora en India sigue siendo una actividad territorialmente concentrada con bajos encadenamientos sobre el resto de la economía.

Para 2019 la industria IT & ITES constituía un pilar fundamental en el crecimiento económico del país con capacidad para desarrollar el aprovechamiento de las nuevas tecnologías transversales a todos los sectores de la economía. En este marco se lanza la "*Política Nacional sobre Productos de Software*" (NPSP) con el objetivo de desarrollar el potencial de la industria del software con vinculación entre industria-universidad-gobierno. Entre las iniciativas se destaca:

- Creación de un registro único de productos de software.
- *National Single Window System (NSWS)*: Es una plataforma digital de libre acceso para guiar a los inversores a identificar y solicitar aprobaciones según sus requisitos comerciales. Su función es orientativa, sirve como herramienta para identificar las aprobaciones requeridas por el gobierno central y las gobernaciones de estados y tiene como objetivo simplificar los esfuerzos involucrados en brindar la misma información a diferentes autoridades. El usuario puede verificar en tiempo real el estado de las aprobaciones y almacenar documentos y certificados emitidos por las autoridades respectivas para su fácil acceso.
- Desarrollo de un sistema de clasificación de tipos de productos de software para facilitar el seguimiento y exportación de dichos productos y mejora en las estadísticas para la toma de decisiones.
- Compensación de impuestos a pagar por las inversiones realizadas en I+D para el desarrollo de productos propios.
- *Software Product Development Fund (SPDF)* para crear millones de rupias en forma de "*Fund of funds*" destinados a la promoción y ampliación de productos de software. Este esquema crea un cupo de millones de rupias con un objetivo final de tener al menos 100

empresas con una valoración de equis millones de rupias o empleando a equis cantidad de personas.

- Un programa para crear 20 productos de software específicos para industrias existentes, como automotriz, textil, servicios financieros, fabricación electrónica, energía, etc. con apoyo financiero a 500 empresas de base tecnológica.
- Programa nacional “*Acelerador de talentos*” dirigido a 100.000 estudiantes para motivar a los jóvenes hacia el desarrollo de productos de software.

Así, el crecimiento de la industria de SSI en India se destaca por el desarrollo de capacidades que permitieron proveer masivamente soluciones al resto del mundo y, más recientemente, por comenzar a reorientar parcialmente el sector hacia la provisión de SSI para la industria local. La alta productividad y la calidad de los recursos humanos son las capacidades más importantes acumuladas desde décadas atrás, que permitieron al sector tanto apropiarse del nicho global de las exportaciones de SSI como vincularse cada vez al resto de la economía, de la mano de políticas activas por parte del Estado en la promoción de empresas emergentes de SSI.

Brasil: política de SSI centralizada, atracción de IED y financiamiento emprendedor

Desde 2003 la industria de software brasileña se considera una actividad estratégica en la formulación de las políticas industriales del país, a partir de un escenario que encontraba una industria nacional relativamente desarrollada, competencias organizativas y empresariales y una predominante demanda interna (Gonzalo *et al.*, 2018). Por estas similitudes relativas con el caso de Argentina, por ser el principal productor de software latinoamericano y por las relaciones comerciales históricas con nuestro país, es relevante estudiar la experiencia de Brasil en políticas para el sector de SSI.

Desde aquel momento el sector cuenta con el apoyo de la Sociedad SOFTEX (integrada por asociaciones empresariales, institutos de investigación e incubadoras tecnológicas), creada para la gestión del Programa de Fomento a la Exportación, que provee orientación hacia fuentes de financiamiento, programas de alianzas empresariales, propuestas de mejora en los procesos de software, capacitación y vinculación universidad-empresas-gobierno.

Del caso de Brasil es relevante identificar iniciativas específicas de promoción sectorial desarrolladas durante la última década, en el periodo más reciente de consolidación de la industria de software nacional.

El país cuenta con la *Estrategia Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación* (ENCTI). En el marco de la ENCTI surgió en 2011 el *Programa TI Major* (Programa Estratégico de Software y Servicios de Tecnologías de la Información, 2012-2015) en un contexto de significativa participación de empresas extranjeras intensivas en tecnología y conocimiento que presionan

a las (mayoritarias) micro y pequeñas empresas nacionales que operan en el sector de software. Entre sus objetivos el programa busca aumentar la competitividad de las industrias nacionales, mejorar las exportaciones del sector y su participación en el PIB nacional promoviendo la generación de empleos calificados. Los instrumentos de este programa incluyen:

Start-ups Brasil - Programa Nacional de Aceleración de Startups

Con el fin de acelerar el desarrollo de empresas emergentes de base tecnológica, Start-ups Brasil comienza con un enfoque centrado en empresas de software y servicios, comprendiendo la estructuración de una red de mentores e inversores, financiación para Investigación, Desarrollo e Innovación, consultoría tecnológica y de mercado, infraestructuras, asociaciones con universidades, institutos de investigación e incubadoras, articulación con grandes empresas nacionales e internacionales, además de programas de acceso a mercados y compras públicas. Su meta es acelerar empresas, de mayoría nacionales y contemplando un 25% de empresas internacionales ubicadas en Brasil.

El programa tiene una duración de ediciones de un año. En cada edición se lanzan hasta dos convocatorias públicas, una para calificar y habilitar aceleradoras y otra para la selección de *startups*, con rondas semestrales:

- Primera fase – Habilitación de aceleradoras: En esta etapa las aceleradoras de empresas que (socias del programa y responsables del proceso de aceleración) son calificadas a través de un aviso público específico.
- Segunda fase - Selección de *startups*: Luego de calificadas las aceleradoras, se seleccionan *startups* nacionales e internacionales (internacionales - hasta el 25% de los proyectos aprobados) que serán apoyadas por el programa. Esta fase ocurre hasta dos veces al año, una vez cada semestre.
- Tercera fase – Aceleración: En esta etapa, comienza el proceso de aceleración. En un período de hasta 12 meses, las *startups* tienen acceso a importante financiamiento en becas de investigación y desarrollo para sus profesionales, además de participar en una serie de eventos y actividades promovidas por el programa de formación y encuentro de clientes e inversores y de los *hubs* internacionales.

Además, las *startups* reciben inversiones financieras de las aceleradoras y tienen acceso a servicios como infraestructura, mentoría y capacitación a cambio de un porcentaje de participación accionaria.

Otras iniciativas de promoción de *startups* en IT:

El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) y la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP) crearon diferentes fondos de inversión para apoyar a las micro y pequeñas empresas innovadoras:

- INOVAR (2000) estaba enfocado en desarrollar un entramado denso y articulado de fondos de capital de riesgo y contaba con el apoyo de un Fondo de Emprendedores cuyo objetivo era capacitar y vincular a los emprendedores con potenciales inversores (Gonzalo *et al.*, 2022). Otro componente importante es el Programa de Incubadora de Fondos que funcionaba como un “fondo de fondos” con la participación de la FINEP en la definición de sectores a priorizar.
- CRIATEC (2007) lanzado por el BNDES, proveía financiamiento a micro y pequeñas empresas y se destacó por conectar gerentes con universidades, incubadoras y parques tecnológicos a nivel estadual/regional (Gonzalo *et al.*, 2022).

A partir de aquí se ha continuado con la ampliación de programas y se consolidó la participación de fondos privados de capital de riesgo principalmente con foco en el sector de IT.

Certics - Certificación Nacional de Tecnología de Software y Servicios:

El instrumento clave se basa en el desarrollo, implementación, seguimiento y mejora de la metodología de evaluación de software y servicios con tecnología nacional; articulación con instituciones promotoras del sector software; apoyo a instituciones gubernamentales para la selección de software y servicios con tecnología nacional. Guiada por referencias metodológicas que incluyen la Norma ISO/IEC 15504 (SPICE).

- Ecosistemas digitales (2012-2015): Busca promover la integración de centros de investigación en torno al segmento de software y servicios IT con sectores estratégicos de la economía. Los recursos previstos para estas medidas son de gran envergadura, a través del apoyo directo a la I+D empresarial, la generación de proyectos precompetitivos en las TIC privadas y públicas, así como la formación de académicos y empresarios.
- Atracción de centros globales de I+D: El foco es atraer el desarrollo de SSI considerados de "clase mundial", reforzando la participación nacional en el desarrollo de estas tecnologías y ampliar la formación tecnológica en el territorio nacional. Para ello se ofrecen medidas de apoyo a la instalación de centros internacionales de I+D, como:
 - Colocación de investigadores brasileños con becas de trabajo dentro de estos Centros, en áreas estratégicas para el país.
 - Consultoría institucional para apoyar la estructuración de propuestas de Centros Globales de I+D de empresas brasileñas e internacionales, con la evaluación de una red local de investigadores en las distintas subáreas de conocimiento TI, elaboración del Plan de Instalación para la localización regional de estas inversiones, así como estructurar el apoyo con recursos económicos y financieros locales.
 - Valoración de beneficios fiscales para la radicación.
- Fondos de inversiones integrados: modelo que permita la articulación entre programas de apoyo y fomento de I+D y los fondos de inversión, con el objetivo de generar sinergia entre las carteras y programas de inversión existentes, con vistas al aprovechamiento de los

ecosistemas de redes digitales, cadenas de empresas locales e internacionales, coinversores y la participación de grandes empresas.

- Polos internacionales: tiene como objetivo establecer puntos de presencia internacional ubicados en mercados objetivo, involucrando centros de negocios y representaciones diplomáticas, con el fin de apoyar a estas empresas a través de servicios de inteligencia de mercado, promoción comercial y desarrollo de su capacidad de internacionalización.

El nivel de desarrollo alcanzado por la industria local de SSI y la predominante demanda interna fueron determinantes para considerar a este sector como *estratégico* para la formulación de políticas industriales en forma temprana. Con el avance del proceso de desarrollo del sector hasta la actualidad se destaca especialmente el apoyo brindado por el Estado a las *startups* en cuanto a financiamiento emprendedor, incluyendo incentivos fiscales pero también y centralmente inversión extranjera directa y la consolidación de fondos privados de capital de riesgo.

Polonia: expansión vertiginosa, IED y amplias políticas estatales de digitalización del país

Entre las economías emergentes de Europa, Polonia ha alcanzado un desarrollo destacado en la última década. Entre 2012 y 2021, registró una tasa de crecimiento acumulada de 266% en los ingresos de las actividades de programación informática, consultoría y conexas⁴², y de 357% en servicios de información⁴³ según Macroeconomic Data Bank (BDM) de Statistics Poland. La participación de las exportaciones de servicios TIC en las exportaciones totales de servicios han aumentado del 2,6% en 2005 al 14,4% en 2021 según datos del Banco Mundial. A su vez, las exportaciones de servicios TIC pasaron de menos de 4.800 millones de euros en 2016 a 8.200 millones de euros en 2020 (Emerging Europe, 2022, p.148).

En los últimos 15 años la recepción de Inversión Extranjera Directa (IED) del país creció más que el promedio de los países de Europa Central y del Este, y ha jugado un rol importante en el crecimiento de software, procesamiento de datos y servicios relacionados. Las inversiones extranjeras en el sector tuvieron una tasa de crecimiento anual compuesta de 27% entre 2010 y 2018, creciendo de EUR 643 millones a EUR 4.394 millones en 2018 (Przezdziecka, 2020).

⁴² Esta división incluye las siguientes actividades: proporcionar conocimientos especializados en el ámbito de las tecnologías de la información; escribir, modificar, probar y dar soporte a programas informáticos; planificar y diseñar sistemas informáticos que integren hardware, software y tecnologías de la comunicación; gestionar y operar in situ los sistemas informáticos y/o las instalaciones de procesamiento de datos de los clientes; otras actividades profesionales y técnicas relacionadas con la informática.

⁴³ Esta división comprende las siguientes actividades: las actividades de los portales de búsqueda en la red; el procesamiento de datos; las actividades de alojamiento; otras actividades que suministran principalmente información.

Empresas como Google, Amazon, Microsoft, han realizado recientemente importantes inversiones en centros de datos locales en Polonia. Se espera que para 2026 Polonia pueda convertirse en uno de los principales *hubs* de centros de datos en Europa Central y Oriental (International Trade Administration, 2022).

El ecosistema de *startups* digitales del país se destaca por sus 10 unicornios, como Allegro y CD Projekt, y por la significativa financiación de riesgo que fluye hacia las empresas emergentes del país, donde se cierra un acuerdo por semana aproximadamente. Según PFR Ventures e Inovo Venture Partners, el país registró un aumento del 70% en la financiación de empresas emergentes en 2020, con 477 millones de euros, situándose junto a Estonia como los principales atractivos entre los países europeos emergentes para los fondos de riesgo (Emerging Europe, 2022, p.149).

El modelo de negocio más difundido en el país es el desarrollo de software personalizado. La digitalización de la administración pública, el sector empresarial y el sector de servicios son los principales demandantes de servicios de TI. Las corporaciones globales demandan servicios de Polonia en diferentes formas, habiendo en 2018 1.236 entidades de Business Process Outsourcing (BPO), centros de servicios compartidos, centros de servicios TI y de I+D (polacos y extranjeros) con 280.000 empleados (Rutkowski, 2019, p.10-12).

Entre los factores determinantes del crecimiento sostenido del sector software en Polonia, la relación entre el costo y la capacidad de los recursos humanos es identificada como uno de los principales (Micek, 2015; Rutkowski, 2019). La cualificación de las personas que trabajan en él se refleja en la posición que ocupan sus programadores en los rankings de talento en programación, cuyo destacado marco conceptual tiene una importante contribución del énfasis puesto por las universidades técnicas en las matemáticas y el análisis matemático (Rutkowski, 2019). La educación informal es importante, con coding bootcamps con 67.019 estudiantes en 2020, sólo superado entre los países emergentes de Europa por los 109.439 de Ucrania (Emerging Europe, 2022). Otro factor relevante es el hecho de que muchos trabajan como contratistas de multinacionales y tienen un menor costo de vida en relación con otros trabajadores de la Unión Europea (Rutkowski, 2019).

El país tiene una sólida posición en el desarrollo de juegos digitales, con una marca país establecida (Rutkowski, 2019, p.7-8). Posee empresas de renombre a nivel mundial como CD Projekt y 11 Bit Studios, y existe un número creciente de desarrolladores móviles e independientes, así como empresas que ofrecen servicios relacionados con los juegos, como la animación digital en 3D. Sus más de 400 estudios de desarrollo emplean a 10.000 personas y generan 470 millones de euros de ingresos. Con más de 200 juegos publicados por año, la industria ha lanzado fenómenos globales como The Witcher y This War of Mine (Emerging Europe, 2022).

La Polish Investment and Trade Agency (2021) promociona como los principales incentivos a la inversión en tecnologías de la información y comunicaciones en el país a los siguientes:

- Polish Investment Zone: incentivos fiscales disponibles a lo largo de todo el territorio.

- Fondos de la Unión Europea: Será el mayor beneficiario del presupuesto de la Unión Europea en el período 2020-2027, con EUR 160 millones de subsidios y préstamos para proyectos específicos.
- Subvenciones en efectivo: El gobierno subsidia entre el 5 y el 25% del costo de inversión, según la localización, tamaño de la compañía y tipo de proyecto.

También destaca entre las exenciones de impuestos disponibles a la deducción del impuesto al ingreso para los centros de I+D, la exención del impuesto de sociedades, una tasa preferencial sobre el impuesto al ingreso proveniente de la propiedad intelectual y exenciones sobre el impuesto inmobiliario.

Si bien los gastos gubernamentales en TI representan alrededor del 2% de su PIB, son complementados con fondos de la Unión Europea (como los fondos de desarrollo regional) cuya participación en el valor de un proyecto puede llegar al 85% (International Trade Administration, 2022).

A continuación, se menciona una serie de políticas que propician la digitalización de la economía y sociedad de Polonia y el desarrollo del sector SSI con base en el documento Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 Poland (European Commission, 2022). Estas políticas tienen que ver con el fortalecimiento de sus recursos humanos, la integración de la tecnología digital en la producción y la provisión de servicios públicos digitales.

Por un lado, Polonia planea desarrollar una estrategia integral de digitalización para la educación que se centre en la integración eficiente y significativa de las tecnologías digitales en la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. Con ello busca alcanzar un ecosistema de educación digital de alto rendimiento y dotar a los estudiantes y profesores con habilidades digitales (European Commission, 2022).

Desde 2019 se implementa el Digital Competence Development Programme (2020-2030) que tiene por objetivo es mejorar las habilidades digitales avanzadas de los jóvenes mediante el desarrollo en algoritmos, programación y diseño de juegos de computadora. El programa está orientado a participantes jóvenes con habilidades por encima del promedio y contribuye al desarrollo de sus habilidades digitales avanzadas.

La Policy for the development of artificial intelligence in Poland from 2020 tiene entre sus objetivos la creación de un modelo de educación sistémica de expertos en IA, aprendizaje automático y ciberseguridad por parte de la Academy of Innovative Applications of Digital Technologies (AI Tech) y el proyecto AI4Youth contribuye a la formación de competencias en inteligencia artificial entre los jóvenes.

Polonia participa de diversos programas coordinados por la Unión Europea también para apoyar el desarrollo de tecnologías digitales:

- Es miembro de la Empresa Común Europea de Computación de Alto Rendimiento (EuroHPC Joint Undertaking), una iniciativa conjunta de la Unión Europea, países europeos y socios privados cuya misión es desarrollar en Europa el mayor ecosistema de supercomputación de alto rendimiento a nivel mundial.
- Participa de la PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) que tiene como misión permitir el descubrimiento científico y la investigación y el desarrollo de ingeniería de alto impacto ofreciendo recursos y servicios informáticos y de administración de datos de clase mundial.
- Es un miembro activo del European Blockchain Partnership Policy Group.
- Los European Digital Innovation Hubs (EDIH) proporcionan acceso a la experimentación técnica para las empresas.

En el marco del Plan de Recuperación y Resiliencia de Polonia implementado a raíz de la crisis del COVID-19 con fondos de la Unión Europea, participará en un proyecto multinacional sobre *cloud and edge computing*, con el fin de desarrollar la próxima generación de capacidades conjuntas en el procesamiento de datos con la participación de empresas y actores tecnológicos polacos. Se espera que el proyecto tenga grandes impactos en innovación, eficiencia energética y un impacto ambiental positivo. El plan prevé inversiones en diferentes áreas de la economía como el sector agropecuario, energía, salud y transporte.

Otra línea de promoción indirecta del sector de SSI local es el desarrollo de servicios públicos digitales. El Programa de Desarrollo de TI Integrado de Polonia, tiene por objetivo proveer servicios electrónicos eficientes y alcanzar la interoperabilidad de los sistemas públicos de IT existentes mediante la creación de un nuevo sistema de información pública. Para estimular la competencia se han dividido los mayores proyectos de IT para que puedan ser implementados gradualmente por diversos contratistas (International Trade Administration, 2022). El Plan de Recuperación y Resiliencia de Polonia incluye cambios estructurales significativos para la administración y las instituciones públicas, tales como: la adopción de soluciones digitales; la inversión en infraestructura de gobierno electrónico; y las habilidades digitales de los servidores públicos. En particular, la ciberseguridad tiene un papel destacado, donde Polonia tiene la intención de aumentar la resiliencia de los sistemas de TI en la administración pública, los servicios estatales responsables de la seguridad y las empresas, así como aumentar la conciencia pública sobre los problemas relacionados con la seguridad.

Lineamientos de política

Existen hoy diferentes programas, iniciativas y apoyos públicos orientados a este eje dentro del Ministerio de Economía, principalmente en torno a la Secretaría de Economía del Conocimiento y la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo. Buena parte de estos programas fueron destacados en la introducción a esta Misión. Hacia 2030, se entiende que, sin descuidar el aporte en materia de divisas generado por el eje, debe reforzarse su vínculo con la industria y la agregación de valor en los recursos naturales. Para ello, partiendo de los programas existentes tanto en Ministerio de Economía como en otros organismos públicos, se recomienda dar continuidad y avanzar en los siguientes lineamientos de política:

- Fortalecer en el tiempo un programa de formación para programadores que continúe, amplíe y mejore la experiencia del Argentina Programa incorporando objetivos de formación más ambiciosos, una estructura de funcionamiento más ágil, mayores instituciones participantes y mayor descentralización en la implementación *in-house* en empresas, instituciones y provincias interesadas. La reciente puesta en marcha del “Argentina Programa 4.0” va en esa dirección y debe ser sostenida y fortalecida en el tiempo.
- Sostener y fortalecer el Plan Nacional de Conectividad (Plan Conectar), incluyendo el lanzamiento del satélite ARSAT-SG1 y la ampliación de la Red Federal de Fibra Óptica (REFEFO).
- Implementar un programa que cofinancie con las empresas del sector la oferta formativa de posgrado orientada a cuadros gerenciales de empresas TIC que deban desarrollar habilidades de gestión de grupos de trabajo, internacionalización y detección de oportunidades de negocio.
- Ampliar y focalizar los programas de crédito y apoyo público en materia de financiamiento de la internacionalización productiva con el objetivo de impulsar y consolidar empresas de mediano porte en el ámbito regional e internacional.
- Relanzar y ampliar el Fondo Nacional de Capital Emprendedor (FONDCE) en su segmento de capital de riesgo (actual Fondo Aceleración y Expansión) de manera tal de que el Estado nacional retome un rol activo en esa franja de financiamiento por acciones en el mundo digital.
- Crear un registro único de productos de software que permita avanzar en una tipología de productos desarrollados localmente sujetos a ser apoyados, escalados e incentivados. Esta iniciativa debe apuntar a consolidar la venta de software como producto, lo cual permite captar más valor en la cadena.

- Fortalecer a través de un componente del programa NODOS la conectividad a banda ancha de empresas industriales en las zonas industriales que no cuentan con buena banda ancha y así habilitar la llegada de servicios digitales.
- Promover a partir de acciones específicas y focalizadas la adhesión e implementación de todas las provincias argentinas a la Ley de Economía del Conocimiento, reforzando estímulos regionales a la descentralización productiva, al empleo joven y femenino.
- Evaluar el funcionamiento general y lanzar un programa de fortalecimiento de incubadoras de negocio por fuera de la región centro del país, instalando y consolidando espacios de encuentro en cada provincia.
- A partir del Mapa Productivo-Laboral Argentino realizado por el CEP-XXI y el Ministerio de Trabajo, que georreferencia el conjunto de los establecimientos productivos formales del país, avanzar en un estudio que permita definir nuevas áreas territoriales prioritarias para avanzar en infraestructura digital y educativa ligada a SSI.
- Crear un mapa de proveedores de software, que puede confeccionarse a partir del registro de factura de Crédito Electrónica, con el objetivo de focalizar el apoyo a esos proveedores y reforzar su vínculo con las empresas de gran porte.
- Implementar un programa de desarrollo de proveedores de software y servicios informáticos en articulación con las provincias y otros organismos públicos y privados orientado a minería, hidrocarburos y proveedores de la transición energética.

PROYECTO 2

PROMOVER A ARGENTINA
COMO CENTRO REGIONAL DE
PRODUCCIÓN AUDIOVISUAL



Introducción

Argentina tiene una trayectoria relevante en el rubro audiovisual y un potencial aún mayor que puede ser explotado a partir de políticas de desarrollo productivo y de una tarea complementaria de coordinación de políticas interministeriales.

La posibilidad de explotar este potencial y dar un salto cualitativo y cuantitativo está dada por el aumento global de la demanda audiovisual, asociada a la transformación digital. No obstante, en este desafío compiten muchos países, algunos de los cuales comenzaron a implementar políticas agresivas y bien focalizadas que impactan sobre la competitividad nacional.

El propósito de este proyecto consiste en consolidar a Argentina como centro regional de producción y servicios audiovisuales. Ello implica potenciar el ecosistema audiovisual nacional en un sendero que conduzca a su desarrollo integral: expandir el mercado doméstico, atraer inversiones, aumentar exportaciones, fortalecer a las empresas nacionales y generar más empleo y de mayor calificación. Para ello, será condición necesaria —y no meramente un resultado— una mejora de los indicadores de género, ambientales y una disminución de las brechas regionales.

Las cadenas globales de valor del sector audiovisual se encuentran fuertemente concentradas en un grupo reducido de actores provenientes de un puñado de países. La balanza comercial del sector audiovisual es deficitaria en la mayor parte de los países, por lo cual una meta realista para Argentina no sería revertir el desequilibrio, sino aspirar a tener una participación mayor y más activa en el ecosistema audiovisual global, es decir, generar un mayor ingreso de divisas por exportación. Esta aspiración está respaldada por la competitividad genuina del sector nacional, cuya capacidad y creatividad es reconocida a nivel internacional. Desde este punto de vista, se propone potenciar algunas capacidades existentes y desarrollar otras asociadas a oportunidades y desafíos que el país debe afrontar.

La demanda internacional de los contenidos nacionales es traccionada por América Latina y el mundo de habla castellana (que incluye España y parte de la población de Estados Unidos), aunque no exclusivamente. En los segmentos de animación y videojuegos la barrera cultural es menor, dada la posibilidad de adaptar (doblaje, traducción) la producción a las pautas de cada mercado. Sin embargo, es posible aspirar a abrir nuevos mercados, entre los cuales los países asiáticos aparecen como algunos de los más atractivos por su dinamismo y el aumento de la demanda. Un aspecto a tener en cuenta es que en general los gigantes asiáticos (sobre todo China, India, Japón y Corea del Sur) tienen un ecosistema de plataformas propio, independiente de los circuitos hegemónicos occidentales: esto demanda una tarea específica.

En América Latina no existe un país que ejerza un dominio regional claro, más allá de que —

como en otros rubros— México, Brasil y Argentina aparecen como referencias centrales. Si bien hay *multilatinas* —grandes empresas de medios y telecomunicaciones que gravitan a nivel regional—, ninguna tiene una penetración de mercado relevante más allá del propio mercado de origen. Tampoco existe un espacio de cooperación regional consolidado⁴⁴ que permita integrar los mercados, desarrollar plataformas latinoamericanas y establecer un esquema regulatorio común.

Por lo mencionado anteriormente, la gobernanza del mercado audiovisual latinoamericano la ejerce un puñado de servicios globales que, entre otras cuestiones, compran, producen y comercializan contenidos “latinoamericanos”. En este contexto, los países de la región se insertan principalmente como proveedores de contenidos y servicios de producción a terceros. Esto está dando lugar a una competencia regional por atraer rodajes e inversiones: algunos países comenzaron a implementar políticas de incentivos (conocidas ampliamente como *cash rebate* y *tax rebate*), con el riesgo de que se transforme en un juego de suma cero para toda la región y en una mera reducción de costos para los actores multinacionales concentrados. En general, se trata de esquemas frágiles, carentes de una estrategia de desarrollo integral, pero que afectan a toda la región.

En Argentina, esto comienza a impactar en el nivel de actividad y en las proyecciones a futuro. Si bien organismos públicos de distinto nivel ensayaron una respuesta de ese tipo, es necesario diseñar e implementar una estrategia con metas claras y definidas. El desafío a mediano plazo es ampliar el capital humano y la capacidad instalada para atender una mayor cantidad de proyectos medianos y grandes; a largo plazo, cómo hacer para que las empresas nacionales no pierdan su principal capital: la propiedad intelectual sobre los contenidos.

A favor de ello, Argentina es reconocida por su competitividad genuina: más allá de la fluctuación de los costos, existen capacidades artísticas, técnicas y empresariales probadas que convierten al país en un lugar atractivo para llevar a cabo proyectos audiovisuales. Además, décadas de trayectoria, la formación continua de nuevos profesionales y la participación destacada en los principales festivales y mercados del sector le han conferido un prestigio que se mantiene vigente como sello de calidad.

Objetivo general del proyecto: consolidar a Argentina como centro regional de producción y servicios audiovisuales

El objetivo general consiste en desarrollar el mercado interno, atraer inversiones y, a 2030, incrementar un 50% la cantidad de empresas formales, aumentar en 75% el empleo formal y alcanzar los USD 800 millones en exportaciones (+178% contra 2021).

⁴⁴ No obstante, existen experiencias de cooperación audiovisual (cinematográfica, sobre todo) a nivel Mercosur e Iberoamérica, como la RECAM y el Programa Ibermedia (Moguillansky, 2016; Falicov, 2012). La Conferencia de Autoridades Cinematográficas de Iberoamérica (CAACI) —creada en 1989— fue clave para el desarrollo de una mirada regional.

En el plano doméstico es esperable no sólo una mayor federalización de la producción sino también de la demanda, dado que las brechas regionales se expresan también como brechas digitales (ancho de banda, acceso a equipamiento y servicios, etc.). El mercado del *streaming* y de los videojuegos crecerá fundamentalmente por la incorporación de nuevos jugadores y usuarios, la mayoría de los cuales serían extra-AMBA.

En materia de género, se espera una mayor participación de las mujeres en el empleo audiovisual. Esto es una condición necesaria, no sólo por criterios de justicia social, sino también porque la industria ya está implementando políticas tendientes a aumentar esta participación, sobre todo en los roles clave. Algo similar sucede con la cuestión ambiental. Para coproducir a nivel internacional, por caso, será necesario contemplar la equidad de género y el cuidado del ambiente. Con arreglo a fines y con arreglo a valores, son tópicos que los países desarrollados ya establecen como condición.

Este capítulo incluye un diagnóstico, un repaso por políticas internacionales de referencia y recomendaciones de políticas con una perspectiva 2030. Los ejes propuestos, que se detallarán más adelante, son los siguientes:

1. Incrementar las capacidades de las empresas por medio de la conformación y consolidación de clusters en las distintas regiones.
2. Implementar una política de incentivos para convertir a Argentina en un destino de inversiones extranjeras asociadas a proyectos de gran escala.
3. Aumentar las exportaciones por medio de la participación en los principales mercados y la realización de misiones comerciales en países tradicionales y emergentes.
4. Desarrollar el sector de videojuegos de manera integral.
5. Asegurar el financiamiento para la implementación de una política audiovisual integral y robusta, de carácter interministerial, por medio de la regulación de los servicios digitales (plataformas).

Diagnóstico de la cadena de valor

Introducción

La cadena de valor del ecosistema audiovisual se compone básicamente de tres eslabones (producción, distribución y exhibición) más los servicios auxiliares (alquiler de equipamiento, catering, etc.). La noción de *ecosistema* sugiere dos aspectos centrales: que existe una amplia y compleja red de actores e instituciones que interactúan entre sí; y que dicha red está abierta a la dinámica de las relaciones sociales en un sentido más amplio, por lo cual su transformación es constante.

FIGURA 5. CADENA DE VALOR DE LA INDUSTRIA AUDIOVISUAL

Producción	Distribución	Exhibición
Productoras "independientes"	Distribuidoras	Salas de cine
Señales de TV	Agentes de venta (internacionales)	Señales de TV (aire, cable)
Servicios de pre y post-producción	Servicios de conectividad e infraestructura (telecomunicaciones y datacenters)	Plataformas VOD
Servicios auxiliares		Otras pantallas

Una especificidad del ecosistema audiovisual que no debe subestimarse es su naturaleza cultural. El valor de sus outputs (producciones) no está dado ni por su valor de uso ni por su valor de cambio, sino por su valor simbólico. Por poner un ejemplo: dos películas que hayan tenido el mismo costo pueden tener desempeños comerciales antagónicos. Y eso no necesariamente anula la contribución de ninguna: una puede generar ganancias extraordinarias en su estreno, otra puede ser un fracaso comercial, pero al mismo tiempo contribuir a la visibilización de una causa o ser innovadora respecto al lenguaje audiovisual (Borello *et al.*, 2022).

En virtud de todo ello, la producción audiovisual está atravesada por el bien público “desde arriba” y “desde abajo”, es decir, por la incidencia de las políticas públicas en la oferta y por la incidencia de los hogares en la demanda.

Por un lado, las políticas públicas nacionales se centran fundamentalmente en la capacitación, la producción y la exhibición. Las universidades públicas y otras instituciones (como la ENERC, Escuela Nacional de Experimentación y Realización Cinematográfica) contribuyen a la formación de profesionales con distintos perfiles de especialización. Organismos como el Instituto Nacional de Cine y Artes Audiovisuales (INCAA), el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM), el Ministerio de Cultura y el sistema de Medios Públicos (Jefatura de Gabinete de Ministros) fomentan la producción de largometrajes y contenidos seriados, con una perspectiva que privilegia el bien público por sobre la búsqueda de lucro. Estos organismos también impulsan pantallas de exhibición, como las señales de televisión públicas (TV Pública, Pakapaka, Encuentro, DeporTV) y las plataformas gratuitas de video a demanda (VOD) ContAr y CineArPlay.

Que la política pública audiovisual no persiga el lucro como principal objetivo no quiere decir que no tenga relevancia económica. Su acción continua impulsa la inversión privada, permite el desarrollo de capacidades, favorece la estabilidad de las pequeñas y medianas productoras y contribuye a la diversidad, entre otras cuestiones. Productos de impacto comercial indudable como la serie *El marginal* difícilmente hubieran sido posibles sin el apoyo público (Rivero, 2022). Es posible que el Estado tenga limitaciones para apropiarse de los beneficios que se derivan de su inversión, pero las políticas deben ser evaluadas mucho más allá de sus beneficios inmediatos y de un esquema de costo-beneficio estático: la política pública audiovisual es creadora y dinamizadora de mercados (Mazzucato, 2021; Mazzucato *et al*, 2022).

Por otro lado, a diferencia de los otros sectores de esta Misión (como satelital, software e industria 4.0), la demanda del audiovisual viene dada fundamentalmente por los hogares argentinos. En ese sentido hay que destacar que históricamente Argentina se caracterizó por tener un nivel relativamente alto de suscripción paga a servicios de comunicación audiovisual. Dos datos que serán detallados más adelante merecen ser anticipados: aproximadamente, el 70% de los hogares contrata servicios de cable/satelital; y los servicios audiovisuales y conexos representan dos tercios de la importación de servicios digitales del sector hogares. Esa demanda tracciona la venta de equipamiento y de servicios audiovisuales y de conectividad. Además de los hogares hay que mencionar la creciente demanda generada por los individuos en movilidad: de hecho, el despliegue de las redes 4G y 5G se explica en buena medida por la circulación de contenidos audiovisuales más allá del consumo hogareño.

De todo ello se desprende una cuestión clara: el desarrollo de un mercado audiovisual interno robusto depende en buena medida del poder adquisitivo local, y este a su vez depende tanto del tamaño de la economía como de la distribución del ingreso.

Ahora bien, se señaló anteriormente que la gobernanza de las cadenas globales de valor se encuentra dominada por grandes jugadores internacionales, mayormente de Estados Unidos. Esto, por supuesto, afecta de modo diferencial a los distintos eslabones de la cadena en nuestro país:

- Producción: la mayoría de las empresas son argentinas. A excepción de algunas que han sido adquiridas por grupos internacionales o de las señales de TV que pertenecen a dichos grupos, la producción es impulsada por un gran conjunto de empresas de capital nacional.
- Distribución: históricamente, la distribución cinematográfica fue dominada por las *majors* de Hollywood que están presentes en el país desde hace un siglo (Rapoport, 2000). Estas empresas se encargaron de representar los intereses de los grandes estudios de Estados Unidos y de distribuir sus películas. La novedad de las últimas décadas es que también se han involucrado en la distribución de películas nacionales (sobre todo en el segmento de mayor potencial comercial) en nuestro país y en el exterior. La consecuencia lógica de ello fue el desplazamiento de los distribuidores nacionales, cuyo relegamiento a los márgenes las ha conducido a un estado crítico.
- Exhibición: en la década del '90 se produjo un proceso de transformación del circuito de salas, en buena medida global (Creton, 2015), que en nuestro país se vio agudizado por el ingreso de grandes empresas transnacionales con el modelo *multiplex*, las cuales desplazaron del dominio a los exhibidores de capital nacional. La exhibición televisiva, por su parte, tiene una mayor diversidad (sobre todo si se considera a la miríada de canales locales en todo el país), aunque el segmento dominante se encuentra concentrado económicamente (en torno a pocas empresas), geográficamente (en el Área Metropolitana de Buenos Aires) y asociado a grandes grupos transnacionales y de capital mixto. Respecto a las plataformas, existe oferta nacional privada (asociada a los servicios de cable) y pública (ContAr y CineArPlay), pero el segmento se encuentra dominado ampliamente por los servicios digitales norteamericanos.

No obstante, el rol de las plataformas dominantes va mucho más allá de la exhibición: se reconfiguró toda la cadena de valor.⁴⁵ Por un lado, las primeras plataformas que se establecieron a nivel global (como Netflix y Amazon Prime Video) provienen de un lugar relativamente lateral del sector audiovisual, y con el paso de los años comenzaron a desarrollar un proceso de *integración vertical ascendente*: poseían los canales de comercialización y tuvieron que desarrollar la producción. Con su política de contenidos "originales" comenzaron a tener una mayor incidencia en los sistemas audiovisuales locales, transformando —por ejemplo— a los productores nacionales en proveedores de servicios a cambio de un único pago y apropiándose de la propiedad intelectual (IP) sobre los contenidos. Por otro lado, los grandes estudios de Hollywood (como Disney y Warner) transitaron un proceso de *integración vertical descendente*: dominaban la producción y los canales de

⁴⁵ Para una caracterización profunda de las transformaciones en la cadena de valor del ecosistema audiovisual, ver la presentación de Octavio Nadal en *Formar Cultura: "Reconstruir y posicionarnos en la nueva industria audiovisual"*.

comercialización tradicionales (señales de televisión y circuito de salas cinematográficas), pero tuvieron que lanzar plataformas propias para competir con las establecidas. Hicieron algo más: dejaron de proveerle contenidos a sus competidores para ahogarlas financieramente. De lo cual se desprende que el proceso de integración vertical ascendente de Netflix y Amazon Prime Video fue tanto una estrategia para acumular IP como una necesidad ante la agresividad de sus competidores.

La consecuencia lógica de este proceso de integración vertical ascendente y descendente es que el audiovisual se transformó en un *oligopsonio*, es decir, un mercado con muy pocos compradores. Estos compradores son empresas de un mismo origen nacional que refuerzan su ya abrumador dominio en gran parte del planeta. Desde la perspectiva de los productores nacionales, esto implica el desmontaje del recorrido comercial tradicional –por ejemplo: primero estrenar una película en salas, luego en TV paga, luego en TV abierta, etc. –, una disminución de su capacidad de negociación y la pérdida de propiedad intelectual.

El mayor peligro es que países como Argentina se inserten en los mercados globales como meros proveedores de servicios audiovisuales a terceros. Esto representaría un retroceso respecto a los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 establecidos por la Organización de las Naciones Unidas en relación con el trabajo decente y crecimiento económico y la reducción de las desigualdades. En el “Informe sobre la economía digital 2019”, Mukhisa Kituyi –Secretario General de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo– afirmó que los países en desarrollo deben participar “no solo como usuarios y consumidores, sino también como productores, exportadores e innovadores, para crear y capturar más valor en su camino hacia el desarrollo sostenible” (UNCTAD, 2019).

Desde ya, se trata de un fenómeno de alcance global. Pero el desafío es mayor para aquellos países en vías de desarrollo que en las últimas décadas comenzaron a aumentar su volumen de producción hasta alcanzar niveles considerables. Es el caso de Argentina.

Panorama global

A continuación, se presenta una caracterización de los mercados globales. El principal rasgo que debe ser destacado es el abrumador dominio de Estados Unidos en el comercio internacional de servicios audiovisuales. Para dimensionarlo, basta detenerse en algunos datos de exportación presentados por la Motion Picture Association (MPA, 2021):

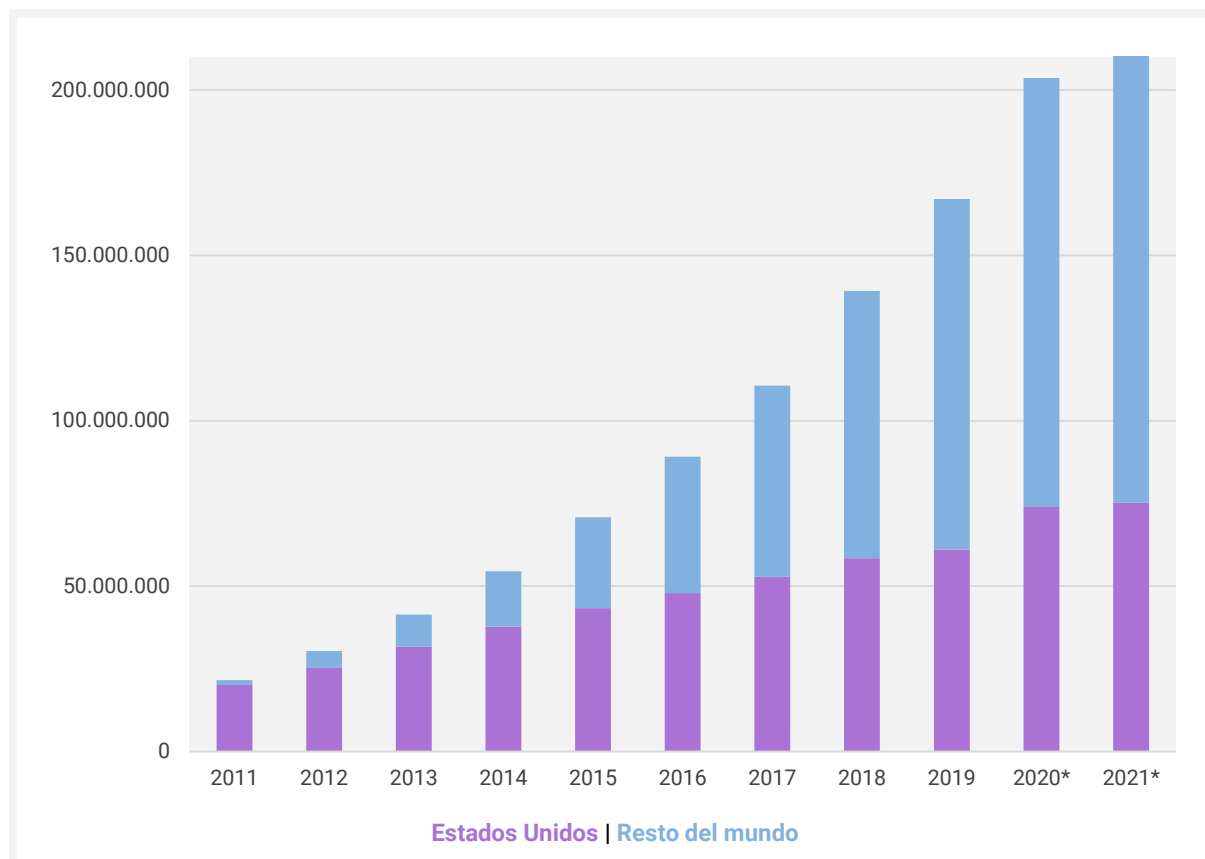
- En 2020 –impacto de la pandemia inclusive– la exportación de servicios audiovisuales de Estados Unidos fue de USD 17.300 millones, con un superávit comercial de USD 9.600 millones
- La industria audiovisual generó una balanza comercial positiva en cada uno (es decir, comercio bilateral) de los principales mercados mundiales.

- Los servicios audiovisuales tienen un superávit comercial superior al de otros servicios relevantes (como telecomunicaciones, transporte, seguros y salud).

El dominio global de Estados Unidos en el sector audiovisual tiene un siglo de historia y se ha plasmado en cada una de las pantallas: primero las salas de cine, luego la televisión, los formatos físicos (VHS, DVD, etc.) y más recientemente en los servicios digitales de streaming audiovisual.

El caso de Netflix es emblemático, por su carácter pionero y su despliegue global. En 2010 comenzó a internacionalizar su servicio de streaming y en 2011 inició operaciones en América Latina: ese año alcanzó los 21,6 millones de abonados. En 2017 los abonados internacionales superaban a los de Estados Unidos. Cuatro años después, ya operaba en más de 190 países y el total de abonados superaba los 220 millones. En todo ese tiempo, además, surgieron nuevos competidores, entre los cuales se destacan Amazon Prime Video, Disney+, Start+, Paramount+ y HBO Max.

GRÁFICO 32. ABONADOS A NETFLIX EN TODO EL MUNDO (2011-2021)

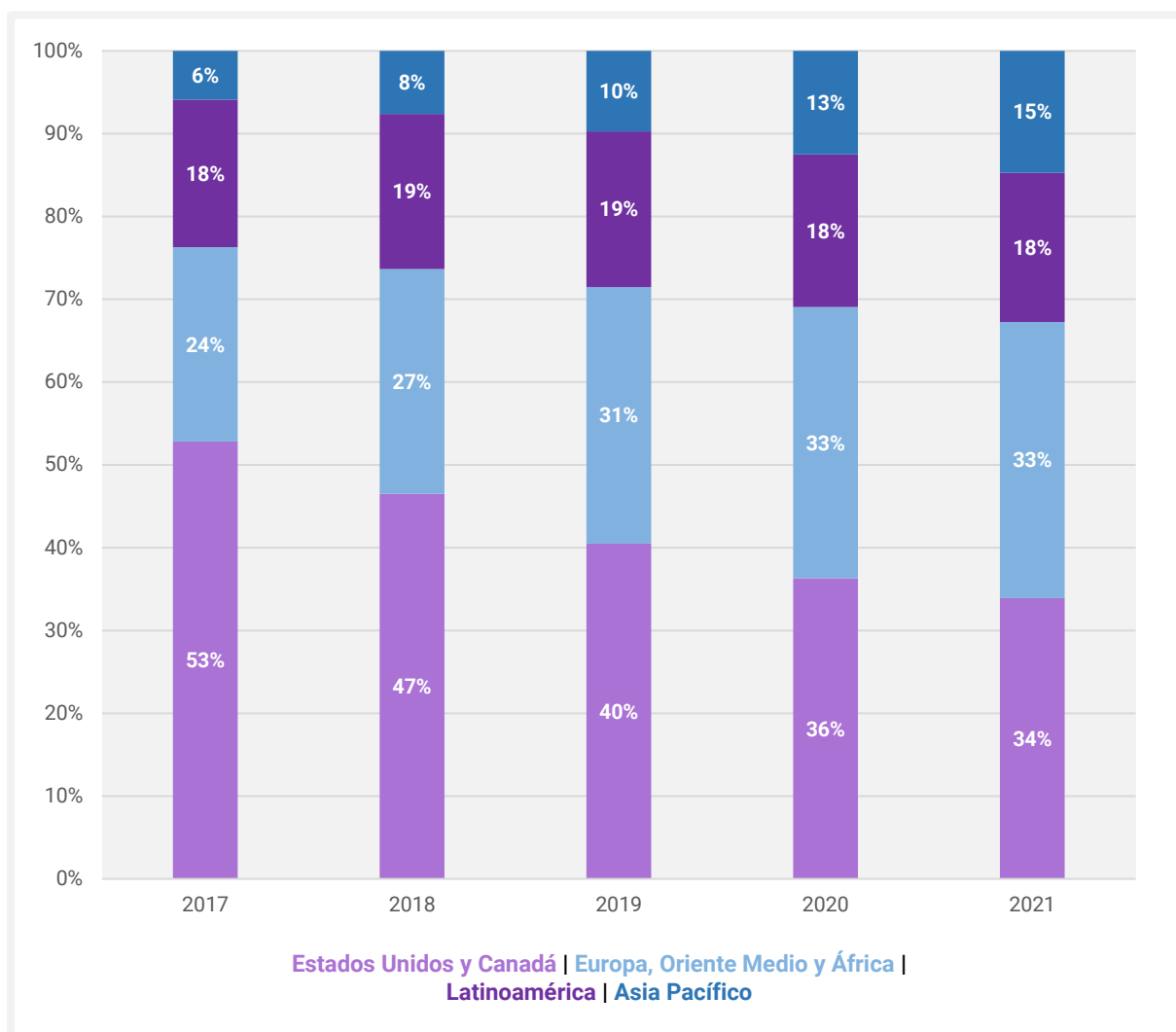


Fuente: elaboración propia con base en Netflix.

Un análisis segmentado por regiones muestra que en términos relativos decrece fuertemente la participación norteamericana sobre el total. La participación de Europa, Oriente Medio y

África creció prácticamente un tercio entre 2017 y 2021, mientras que Asia-Pacífico, a pesar de representar la parte minoritaria, es la región que muestra un mayor crecimiento relativo. América Latina, en cambio, mantiene una porción estable (en torno al 18%).

GRÁFICO 33. ABONADOS A NETFLIX POR REGIÓN, EN PORCENTAJE (2017-2021)



Fuente: elaboración propia con base en Netflix.

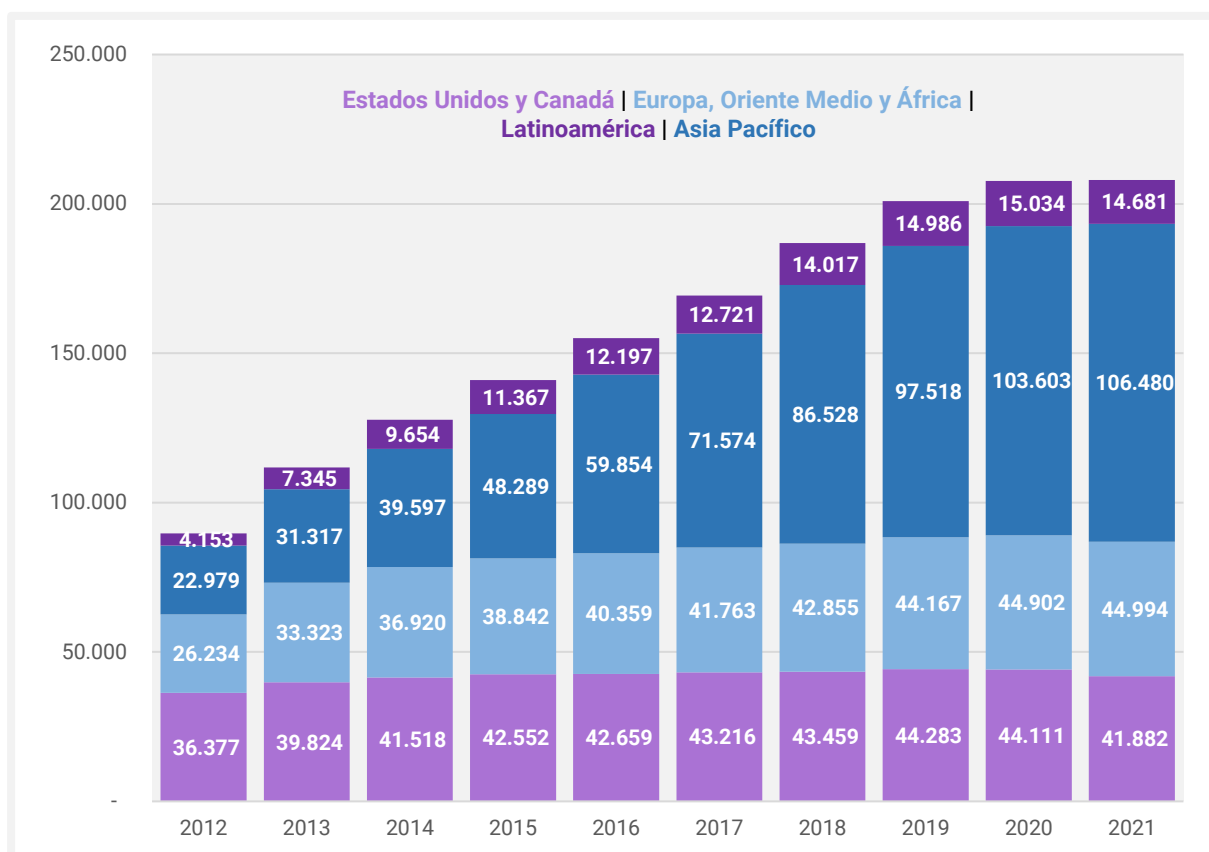
Los datos de la Unión Europea muestran que, más allá del caso de Netflix, el crecimiento del mercado del streaming audiovisual continúa: en 2020, el bloque superó los 140 millones de abonados. No obstante, también hay que señalar que las tasas de crecimiento interanual tienden a estabilizarse: del 135% en 2013 al 36% en 2020 (European Audiovisual Observatory, 2022). El mercado europeo es sintomático del nivel de concentración de los servicios audiovisuales digitales: en 2020 Netflix fue el principal servicio en 26 de los 28 países del bloque (European Audiovisual Observatory, 2021) y en los dos restantes el servicio más utilizado fue Amazon Prime Video, lo cual relega a las plataformas europeas a una participación menor. En respuesta a ello, la Unión Europea se encuentra avanzando en una estrategia de regulación

sobre la que ha realizado avances sustantivos (Loreti y Lozano, 2018). En Argentina aún es asunto pendiente: falta discutir, diseñar e implementar un modelo de regulación deseable, que se articule con una estrategia de desarrollo del sector audiovisual nacional.

En lo que respecta a la tradicional exhibición cinematográfica (*theatrical*), y a pesar de lo que comúnmente se cree, la cantidad de salas se encuentra en crecimiento en todo el mundo. Distintos análisis muestran que la asistencia a salas está menos condicionada por la competencia de las plataformas que por los ciclos expansivos/recesivos y por la capacidad que tienen las economías de incorporar a grandes grupos poblacionales al consumo. Puede tomarse por caso el de Brasil, que tras el cambio de siglo duplicó la cantidad de salas y espectadores (González, 2021).

Como puede observarse en el siguiente gráfico, el crecimiento de las salas es impulsado por Asia Pacífico (que actualmente posee más de la mitad de las pantallas del mundo), mientras que Europa y Estados Unidos/Canadá —mercados maduros— muestran un comportamiento más estable. Es interesante resaltar que el periodo abarcado coincide con la expansión de las plataformas audiovisuales. Pero el signo de desaceleración que se observa al final de la serie debe ser atribuido a la pandemia del COVID-19, no necesariamente a las plataformas.

GRÁFICO 34. CANTIDAD DE PANTALLAS DE CINE EN EL MUNDO, POR REGIONES, 2012-2021



Fuente: elaboración propia con base en European Audiovisual Observatory (2012-2022).

Latinoamérica muestra un crecimiento y una participación moderados en el contexto global, con aproximadamente el 7% del total de pantallas. México y Brasil (con 7.493 y 3.509 pantallas en 2019, respectivamente) son los mercados más relevantes, seguidos por Colombia (1.227) y Argentina (1.001), ambos países con una población similar.

Por lo tanto, parece claro que el dinamismo del ecosistema audiovisual en todo el mundo viene siendo impulsado principalmente por los gigantes asiáticos, tanto en lo que respecta al mercado de las plataformas como al circuito tradicional de salas. Como en muchas otras actividades económicas, los mercados asiáticos son sumamente atractivos y están produciendo una transformación en los flujos tradicionales. En el caso del audiovisual, los desafíos son aún mayores dada su naturaleza simbólica.

Argentina en los mercados globales: posicionamiento y comercio exterior

Argentina ocupa un lugar relevante a nivel global en materia de producción y servicios audiovisuales. En este apartado se analizarán las principales estadísticas sobre comercio internacional, lo cual —sumado a un conjunto de referencias más puntuales— permitirá dimensionar la posición del país como productor, importador y exportador.

En primer lugar, datos de la OMC permiten ubicar a Argentina entre los principales 25 exportadores de servicios audiovisuales y conexos del mundo. La fuente presenta anualmente a las principales economías del rubro. En general, a lo largo de la última década Argentina se encontró por debajo de Estados Unidos, Canadá, la Unión Europea, India, Corea del Sur y el Reino Unido e intercambiando posiciones con países como Singapur, Japón, Israel, Rusia y Brasil, Australia y Sudáfrica. Esas son, a grandes rasgos, las principales economías del rubro. La fuente también ubica a nuestro país como un importador relevante y de creciente importancia hasta la crisis macroeconómica iniciada en 2018-2019.

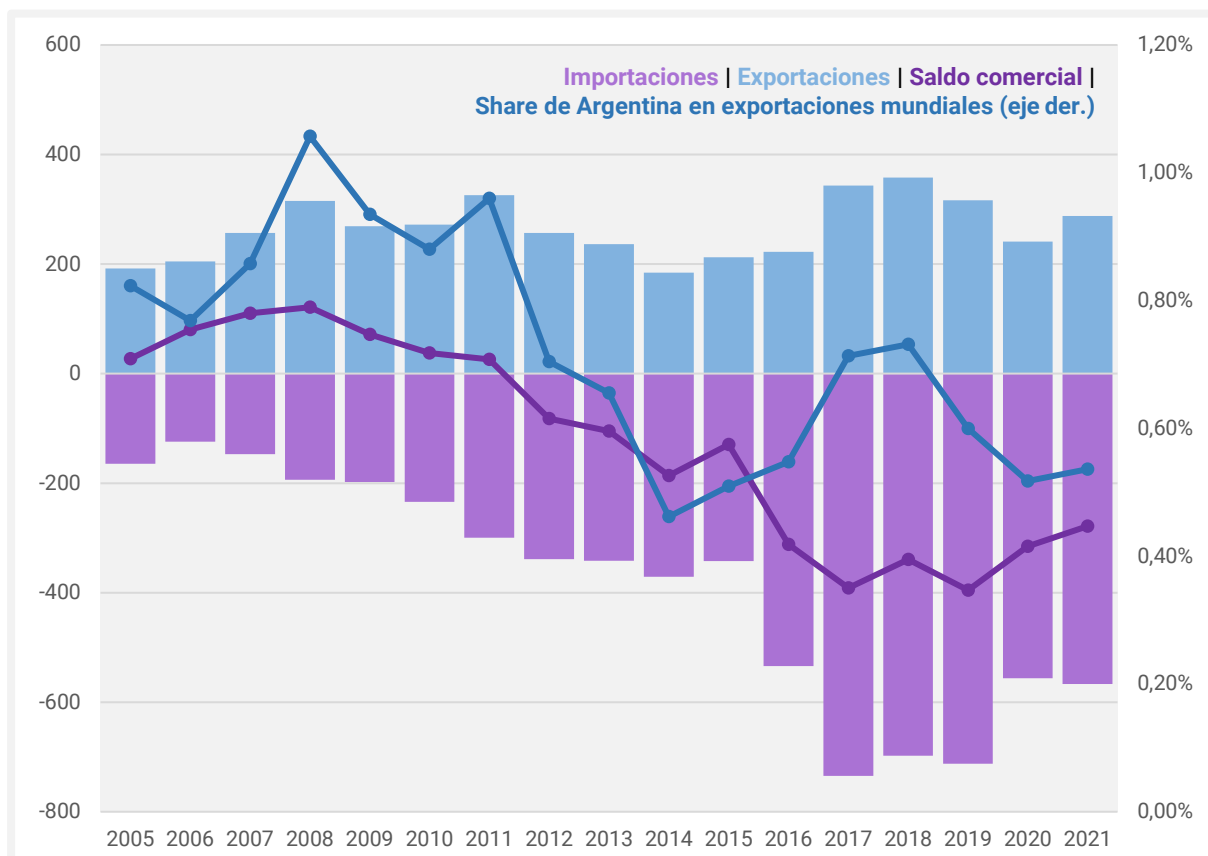
Entre 2016-2021, la exportación de servicios audiovisuales y conexos de Argentina rondó aproximadamente USD 300 millones anuales, lo cual equivale al 0,6% del total mundial. Ese porcentaje ha ido en descenso desde 2008 (cuando había superado el 1%), de la mano de cierto estancamiento de Argentina en paralelo con un crecimiento del mercado mundial y la aparición de nuevos competidores. Exportaciones estancadas e importaciones dinámicas han determinado un deterioro sostenido de la balanza comercial entre 2008 y 2017; en efecto, hasta 2011 el sector fue superavitario.

Las exportaciones argentinas se explican por la venta de producción propia (películas y series nacionales que se comercializan en el exterior), los servicios de producción a proyectos internacionales y, fundamentalmente, porque Argentina oficia como centro regional de cadenas televisivas internacionales que producen, programan y emiten para buena parte de

América Latina y otras partes del mundo.⁴⁶ Una estimación basada en datos del Banco Central señala que en 2017 el 54% de las exportaciones tiene como destino a Estados Unidos y un 48% de proviene de empresas multinacionales (Ministerio de Producción y Trabajo, 2019).

En segundo lugar, el INDEC presenta estimaciones sobre comercio internacional de servicios en el periodo 2015-2021,⁴⁷ entre los cuales los servicios audiovisuales aparecen clasificados en dos grandes categorías: “Servicios audiovisuales y conexos” y “Licencias para reproducir y/o distribuir productos audiovisuales y conexos”.

GRÁFICO 35. BALANZA COMERCIAL DE SERVICIOS AUDIOVISUALES Y CONEXOS DE ARGENTINA (EN MILLONES DE DÓLARES) Y PARTICIPACIÓN EN LAS EXPORTACIONES MUNDIALES, 2005-2021



Fuente: elaboración propia con base en OMC.

⁴⁶ Al analizar las exportaciones de Servicios Basados en Conocimiento, Lachman y López (2022) señalan que las exportaciones a Estados Unidos en realidad pueden estar asociadas a filiales de empresas norteamericanas que exportan a sus casas matrices desde Argentina. Parte de la facturación se explicaría por cuestiones de gestión interna de las corporaciones.

⁴⁷ “Estimación experimental de servicios internacionales por la Clasificación Ampliada de Balance de Pagos de Servicios 2010 (CABPS) y país interlocutor para los años 2015-2021”.

El cuadro a continuación detalla ambas categorías y también da cuenta del carácter estructuralmente deficitario del comercio internacional de servicios audiovisuales. En todo el periodo, el promedio de ingresos es de USD 453 millones por año –mayor a los USD 300 millones considerados anteriormente debido a la inclusión de licencias–, mientras que los egresos son prácticamente el doble (USD 881 millones), lo cual arroja una balanza deficitaria de USD 428 millones anuales. Los “Servicios audiovisuales y conexos” tienen mayor peso que las “Licencias para reproducir y/o distribuir productos audiovisuales y conexos”, dado que aquéllos representan el 62% de los ingresos y el 70% de los egresos.

CUADRO 6. ESTIMACIÓN DEL COMERCIO INTERNACIONAL DE SERVICIOS AUDIOVISUALES, EN MILLONES DE DÓLARES

Año	Ingresos		Egresos		TOTAL		Balanza comercial
	Servicios	Licencias	Servicios	Licencias	Ingresos	Egresos	
2015	212,6	87	342,2	321,1	299,6	663,3	-364
2016	222,2	96,9	534,2	332,2	319,1	866,4	-547
2017	343,2	268,9	734,5	325,5	612,1	1060	-448
2018	358,2	223,4	697,5	264,3	581,6	961,8	-380
2019	318,6	210	721,7	234,4	528,6	956,1	-428
2020	237,1	151,7	638,2	176,1	388,8	814,3	-426
2021	289,4	154,9	626,4	221,4	444,3	847,8	-404
TOTAL	1.981,3	1.192,8	4.294,7	1.875	3.174,1	6.169,7	-2.996

Fuente: INDEC.

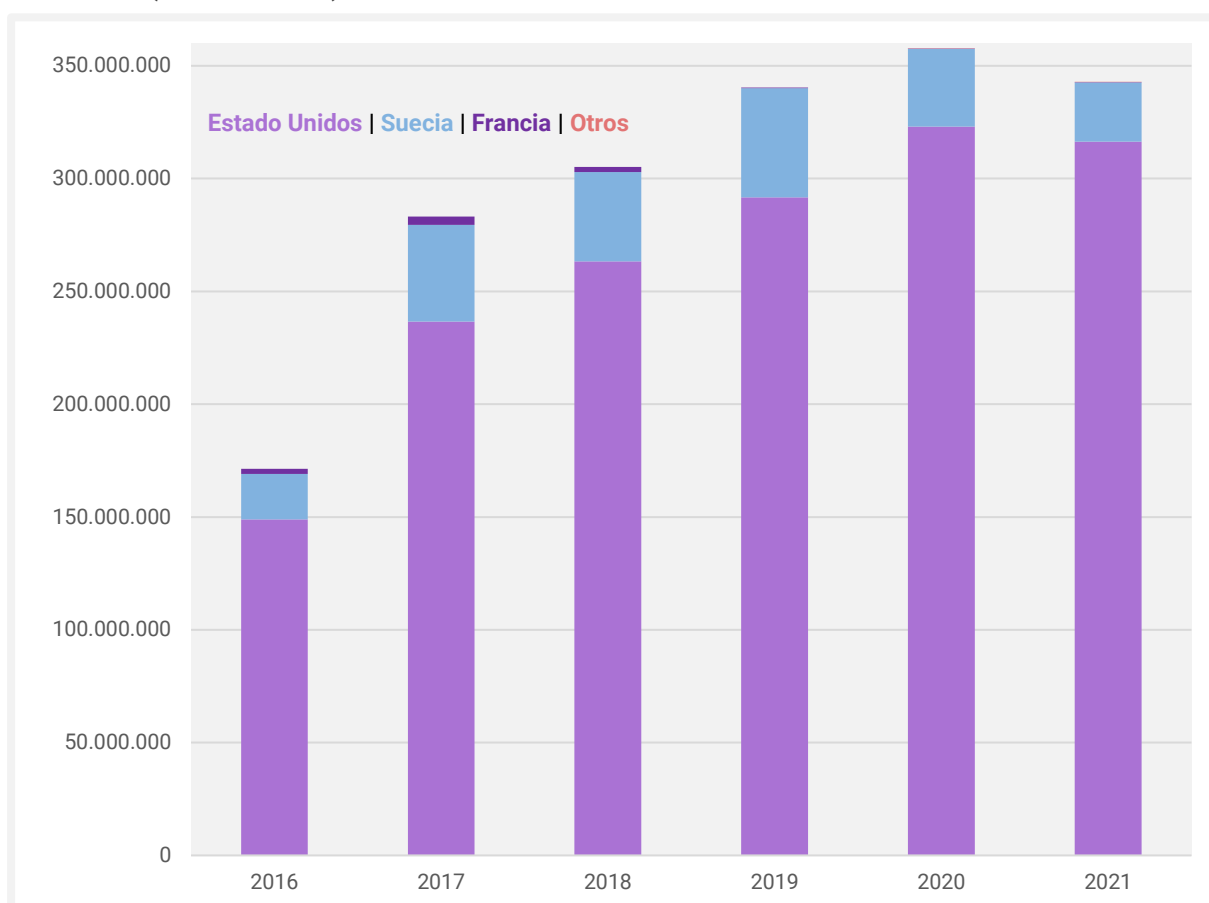
Ahora bien, ¿qué países demandan servicios audiovisuales de Argentina?, ¿cuál es el origen de estas divisas?

El principal origen de divisas por la exportación de “Servicios audiovisuales y conexos” es Estados Unidos, con el 70% del total. La suma de los principales cuatro importadores latinoamericanos representa un 11% (Uruguay con el 7%, seguido por Chile, México y Brasil), mientras que los equivalentes de Europa (España con el 5%, seguida por el Reino Unido, Francia y Alemania) suman el 9%. En el caso de la comercialización de licencias para reproducir y/o distribuir productos audiovisuales y conexos⁴⁸ puede inferirse que Estados Unidos representa aproximadamente el 80% de las divisas, mientras que los principales países de Latinoamérica y de Europa significan un 5% y un 4%, respectivamente.

⁴⁸ En “Licencias para reproducir y/o distribuir productos audiovisuales y conexos” (8.4) y “Licencias para reproducir y/o distribuir productos audiovisuales” (8.4.1) hay una menor disponibilidad de datos, atribuible a temas de confidencialidad. Se optó por analizar un promedio de ambas.

En tercer lugar, es necesario examinar en detalle los servicios digitales, dada la importancia creciente de las plataformas de streaming y la especificidad de su medición. Según estimaciones del INDEC, entre 2016 y 2021 los hogares argentinos importaron servicios digitales audiovisuales y conexos por USD 1.800 millones. La magnitud de esta cifra no puede ser subestimada: representa el 70% de todo lo importado en concepto de servicios digitales (USD 2.565 millones). Los principales países de origen de estos servicios son Estados Unidos (por Netflix y otras plataformas) con el 88% y Suecia (por Spotify⁴⁹) con el 12%.

GRÁFICO 36. ARGENTINA, IMPORTACIÓN DE SERVICIOS DIGITALES AUDIOVISUALES Y CONEXOS (EN DÓLARES)



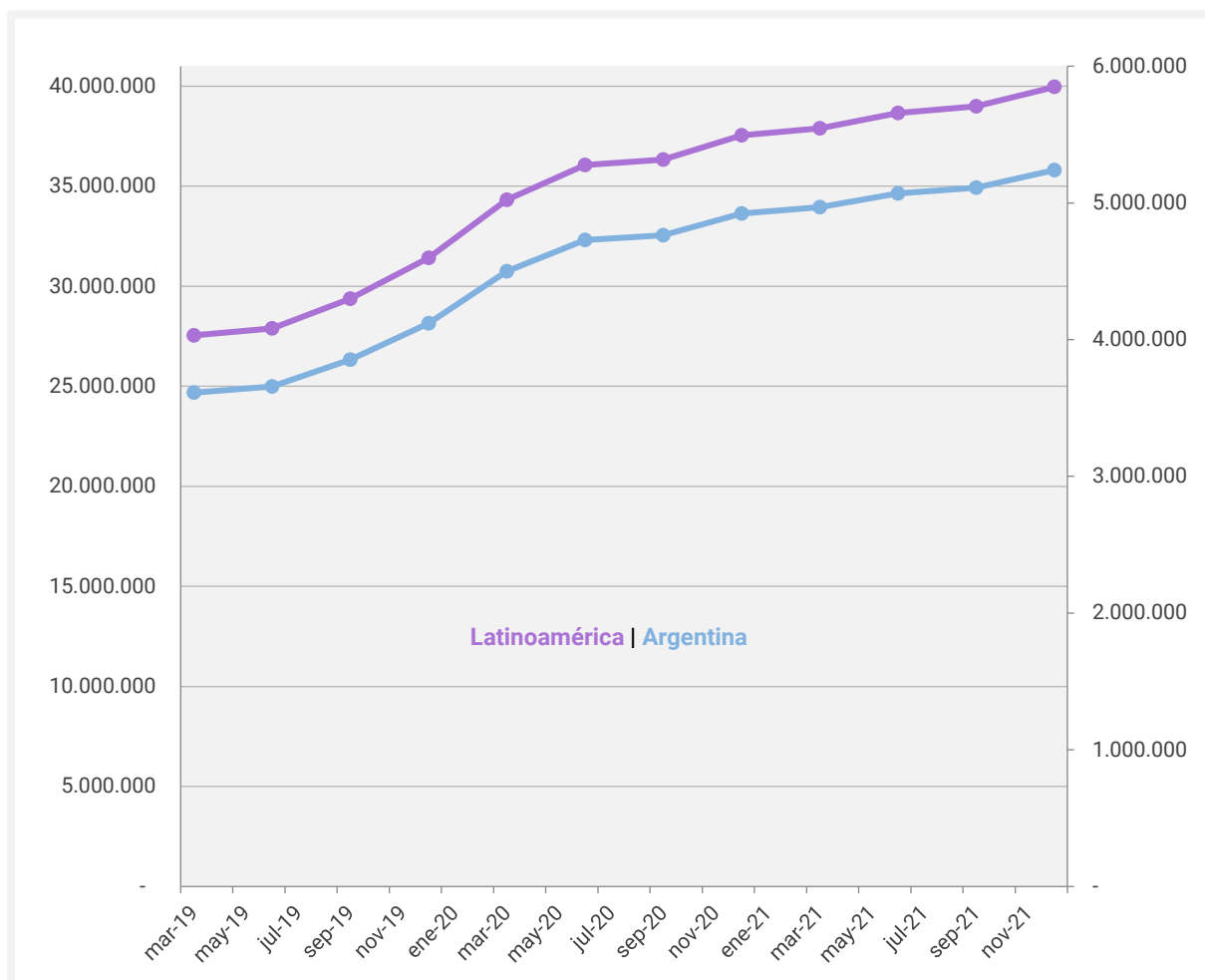
Fuente: INDEC.

Suponiendo que al considerar solo a las importaciones de Estados Unidos se obtiene el total de lo importado en concepto de servicios VOD, los datos arrojan un promedio anual de USD

⁴⁹ Estos servicios de música y sonido quedan fuera del recorte de este informe. También hay que decir que en la estimación del INDEC la plataforma Amazon Prime Video quedó fuera de los servicios audiovisuales porque es un servicio dentro de un paquete más amplio (Amazon Prime), motivo por el cual fue clasificado en "otros servicios personales" (ver INDEC, 2019).

263 millones. Por otra parte, una estimación del Observatorio Audiovisual del INCAA (2021), basada en datos difundidos por Netflix, señala que Argentina tenía en 2021 más de 5 millones de abonados a esta plataforma.

GRÁFICO 37. ABONADOS A NETFLIX EN LATINOAMÉRICA Y ESTIMACIÓN PARA ARGENTINA (EJE DERECHO), 2019-2021 (POR CUATRIMESTRE)



Fuente: INCAA (2021)

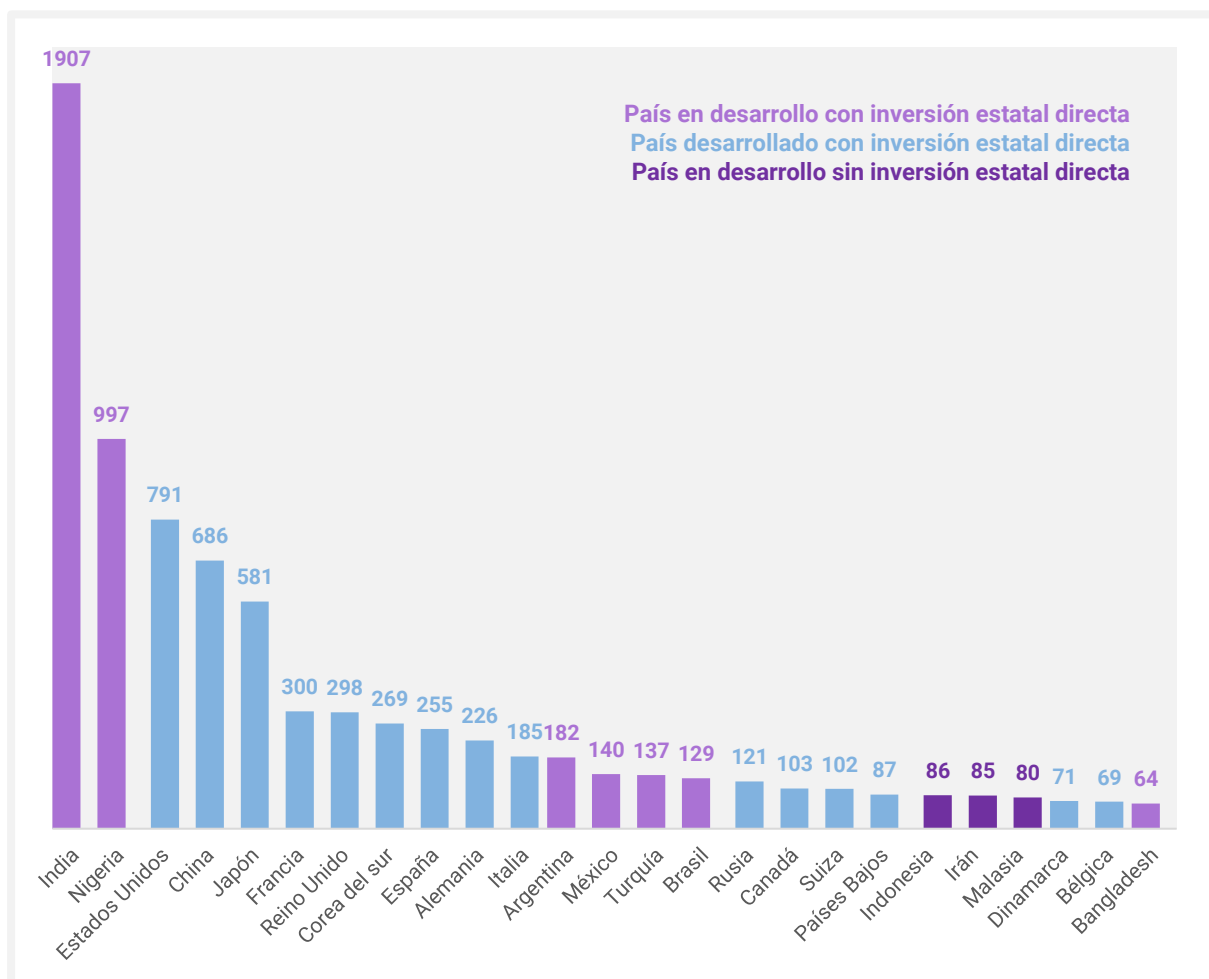
Haciendo un balance, los datos de comercio internacional del INDEC muestran una tendencia general equivalente a los datos de la OMC, aunque la primera fuente muestra montos mayores. Las discrepancias pueden ser atribuidas a diferencias metodológicas o de declaración y/o registro.⁵⁰ Respecto a las exportaciones, Estados Unidos aparece claramente como el principal destino. Luego aparecen América Latina y Europa. Se trata de destinos relevantes por distintos motivos y que hay que seguir profundizando, pero de ello también se desprende un objetivo: abrir los mercados asiáticos, que —como se argumentó antes— están

⁵⁰ No está de más señalar que la digitalización facilita el comercio no declarado.

entre los más dinámicos del mundo. ¿Hay una oportunidad asiática para el audiovisual argentino?

Cabe resaltar que la producción crece en todo el mundo: es probable que nunca antes en la historia se produjeran tantas películas como en la actualidad. Y no sólo ni principalmente gracias a la poderosa industria de Hollywood. India y Nigeria producen más películas que Estados Unidos,⁵¹ y otros países en vías de desarrollo como Argentina, México, Turquía y Brasil figuran entre los 15 máximos productores del mundo. La producción en estos países es motorizada por la incorporación al consumo de inmensas masas de población y/o por la implementación de políticas públicas que promueven la actividad audiovisual.

GRÁFICO 38. MÁXIMOS PRODUCTORES DE LARGOMETRAJES, SEGÚN NIVEL DE DESARROLLO Y EXISTENCIA O NO DE INVERSIÓN ESTATAL DIRECTA EN CINE (2015)



Fuente: UNESCO (2017).

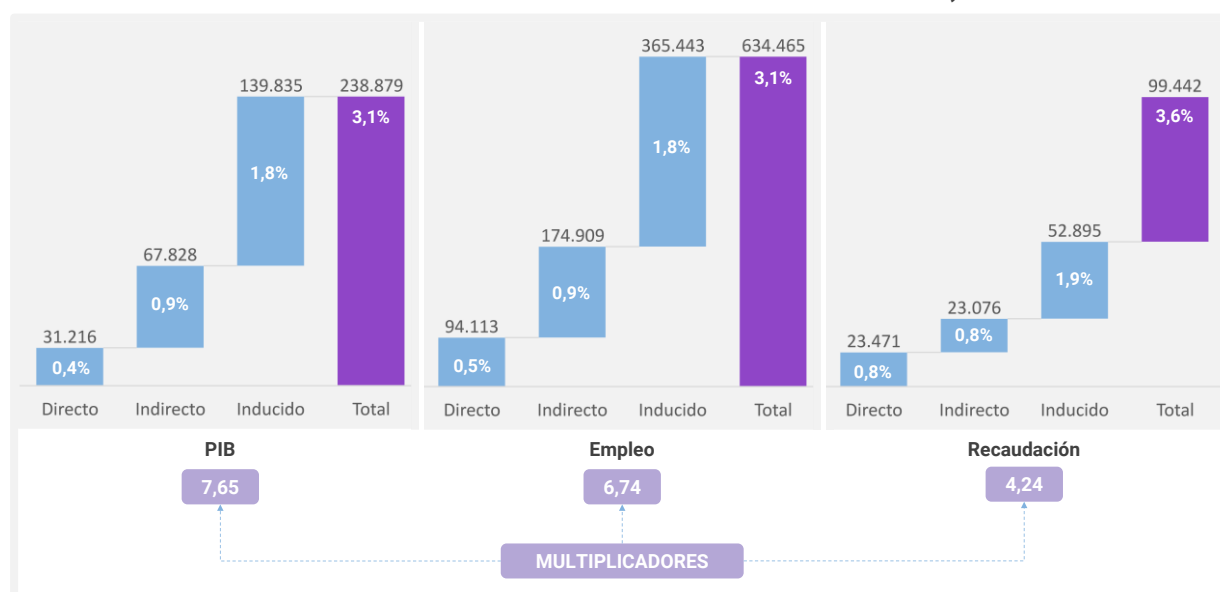
⁵¹ Desde ya, aunque se compare la cantidad de películas, es necesario tener en cuenta que existe una gran diferencia entre los presupuestos de cada proyecto, en lo cual Estados Unidos tiene una ventaja considerable por sobre el resto.

Panorama local

A continuación, se presenta una caracterización del sector audiovisual nacional.

Existen distintas formas de conceptualizar el sector audiovisual. Una referencia central en Argentina es la Cuenta Satélite de Cultura (CSC) elaborada por el SINCA y el INDEC. Y un antecedente reciente más específico está dado por un estudio de consultoría encargado por el Observatorio Audiovisual del INCAA (2022), el informe “Impacto económico y tributario del sector audiovisual argentino”, que retoma la CSC y tiene la ventaja de agregar el segmento de videojuegos. En dicho informe el sector audiovisual es caracterizado como *impulsor* de la economía: tracciona a otros sectores dado que posee un alto consumo intermedio y sus productos suelen estar destinados a la demanda final. En el siguiente gráfico se sintetizan los principales hallazgos:

GRÁFICO 39. CONTRIBUCIÓN TOTAL DEL SECTOR AUDIOVISUAL EN ARGENTINA (EN MILLONES DE PESOS 2017 Y EN % SOBRE EL TOTAL DE LA ECONOMÍA)



Fuente: INCAA (2022).

Teniendo como referencia estos antecedentes, y de acuerdo a los datos disponibles, de aquí en adelante se analizará el sector audiovisual a partir de 8 ramas principales. Se agregan las principales empresas de cada CLAE como referencia y los salarios promedio y mediano de 2021 para analizar las heterogeneidades internas.

Antes de proseguir, es necesario realizar algunas aclaraciones: los datos refieren exclusivamente a las firmas registradas, tanto públicas como privadas, y no contemplan al segmento videojuegos como una rama específica. Este segmento es abordado a partir de otras fuentes en el recuadro 18, más adelante.

El propósito de esta sección es presentar una caracterización de la trayectoria del sector a partir de las principales variables (empresas, puestos de trabajo, género y distribución geográfica) y desde una perspectiva histórica, tomando los datos disponibles (de 2007 a la fecha).

CUADRO 7. PRINCIPALES ACTIVIDADES ASOCIADAS A LOS CONTENIDOS AUDIOVISUALES

CLAE	Actividades	Salario mediano (2021)	Salario medio (2021)	Estrato salarial *	Principales empresas empleadoras del CLAE
591110	Producción de filmes y videocintas	68,193	92,532	Medio-bajo	Non Stop Digital, Kuarzo, Pampa Films, Industrias Audiovisuales Argentinas, Pol-Ka, Landia
591120	Postproducción de filmes y videocintas	154,370	199,750	Medio-alto	Encompass
591200	Distribución de filmes y videocintas	180,834	280,688	Alto	TFCF (21th Century Fox), Varsovia Films
591300	Exhibición de filmes y videocintas	47,657	61,727	Bajo	Hoyts, Cinemark, Nai International (Showcase), Operadora Argentina de Cines (Cinépolis), Norte Exhibidora Cinematográfica (Atlas), Multiplex,
602100	Emisión y retransmisión de televisión abierta	153,007	197,286	Medio-alto	Radio y Televisión Argentina SE, Telefe, Artear, América TV
602310	Emisión de señales de televisión por suscripción	145,286	191,567	Medio-alto	DirecTV, Imagen Satelital SA (Turner), ESPN Sur
602320	Producción de programas de televisión	129,236	160,334	Medio-alto	PromTV (Fox Sports), Torneos y Competencias, Pegsa Group, Tele Red Imagen, More Television, Kapow
602900	Servicios de televisión n.c.p	103,829	116,067	Medio	Telepiu (C5N), TV Music House Jujuy, Estrellas Satelital (Crónica TV)

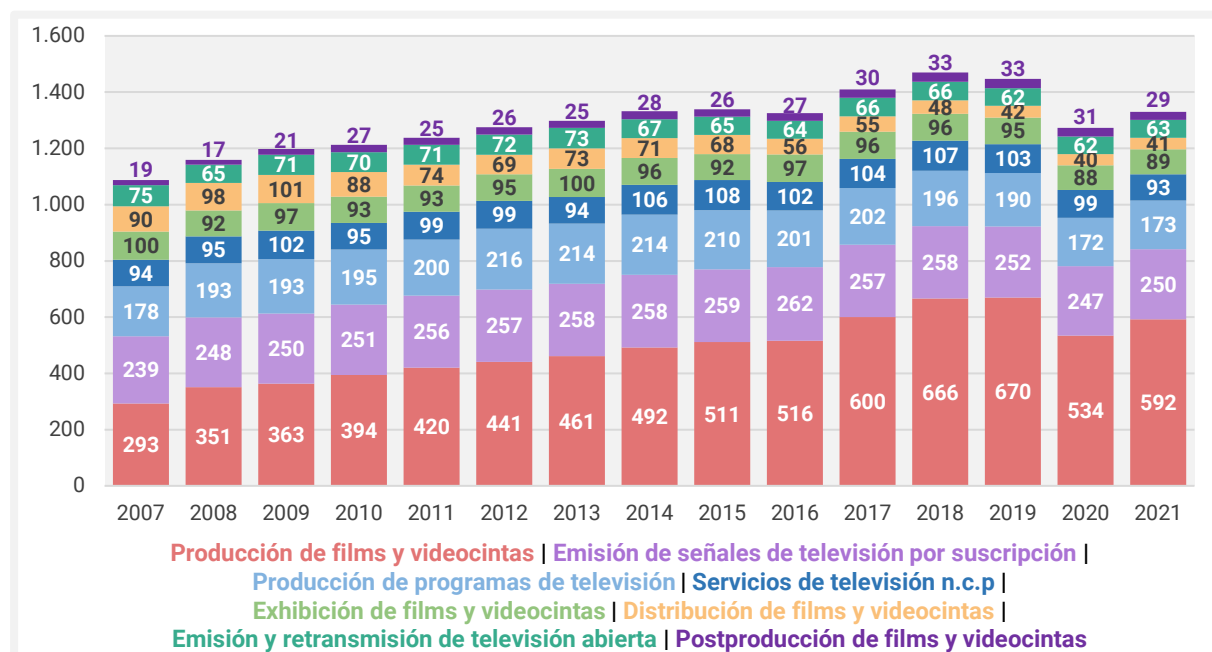
Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI. CLAE es el código de actividad según AFIP. (*): Se toma en relación a la media del sector privado registrado. Debe tenerse en cuenta que las remuneraciones son por puesto de trabajo, de modo que ramas con mayor predominancia de empleo a tiempo parcial pueden tener un promedio salarial menor. En el listado de empresas se consideró a firmas empleadoras con actividad principal declarada en el CLAE correspondiente.

Tomando el total de las 8 ramas mencionadas, se observa una tendencia general creciente tanto en la cantidad de empresas (de poco menos de 1.100 en 2007 a más de 1.300 en la actualidad) como en puestos de trabajo asalariados registrados (de alrededor de 24.000 en 2007 a alrededor de 35.000 en la actualidad). La mayor suba relativa de puestos versus empresas derivó en un alza de la cantidad de puestos de trabajo por empresa (de 22 a 27) entre puntas. Vale tener en cuenta que la cantidad de puestos da notoriamente menor a la estimada por el INCAA mencionada anteriormente (94.000) debido a diferencias metodológicas en los sectores considerados y, a su vez, a que aquí se tomó solo el segmento asalariado registrado, dejando de lado el empleo independiente e informal (sobre el cual se volverá luego).

Gran parte de la suba del empleo asalariado registrado y las empresas se produjo entre 2007 y 2018. El impacto de la crisis de 2018-2019 y de la pandemia fue claro en ambas variables.

El análisis desagregado por ramas muestra que la producción cinematográfica (“de filmes y videocintas”) aporta la mayor cantidad de empresas y también el crecimiento más marcado. Esto está asociado a la política de fomento del INCAA. Luego siguen las empresas y los canales de cable (“Emisión de señales de televisión por suscripción”) y la “producción de programas de televisión”. Las cinco ramas restantes tuvieron menos de 100 empresas cada una en 2021.

GRÁFICO 40. CANTIDAD DE EMPRESAS POR RAMA, PROMEDIO ANUAL 2007-2021

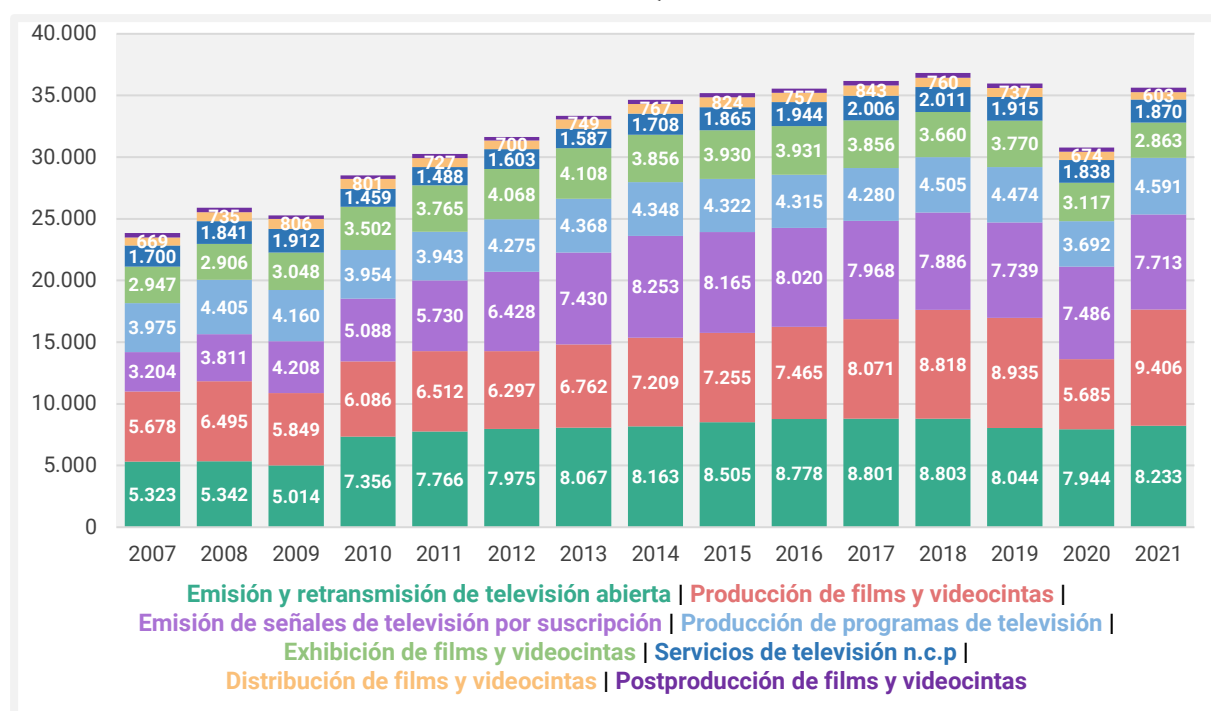


Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI.

Respecto a los puestos de trabajo, la principal rama a lo largo de toda la serie es “emisión y retransmisión de televisión abierta”, seguida por la “emisión de señales de televisión por

suscripción” (que tuvo un crecimiento vertiginoso hasta 2014). En tercer lugar, la producción cinematográfica aparece con un efecto “rebote” sumamente marcado tras superar el impacto inicial de la pandemia, que hizo que en 2021 se terminara en niveles récord (más de 7.600 puestos). Y luego sigue la producción televisiva, que acusa el mismo efecto y además es la rama que comenzó a absorber la mayoría de los proyectos que se realizan en el país para Netflix y otros servicios de plataformas globales. De hecho, esta rama promedió 2021 con empleo récord (casi 4.500 puestos) y a mayo de 2022 continuaba en expansión (casi 5.000 puestos). Algo similar se observa con la producción cinematográfica, que se encamina a promediar más de 8.500 puestos en 2022.

GRÁFICO 41. PUESTOS DE TRABAJO POR RAMA, PROMEDIO ANUAL 2007-2021



Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI.

La información de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH-INDEC) permite completar el análisis previo, al dar cuenta del empleo independiente e informal que no se registra en el SIPA, aunque con un menor nivel de desagregación. Los segmentos de producción de contenidos (cinematográficos y de televisión) muestran un elevado nivel de empleo independiente (49% del total) y una informalidad dentro del segmento asalariado del 28%. En tanto, las actividades de programación y difusión televisivas exhiben un bajo nivel de empleo independiente (7%) y un 72% de empleo asalariado registrado.⁵²

⁵² Por cuestiones de muestra, se tomó el período 2016-2022 de la EPH, para asegurar una cantidad razonable de casos. Vale tener en cuenta que la propia desagregación de la EPH impide quitar lo que es radiodifusión, que se computa junto a las actividades de programación y difusión televisivas.

Recuadro 16. Carreras universitarias ligadas al sector audiovisual

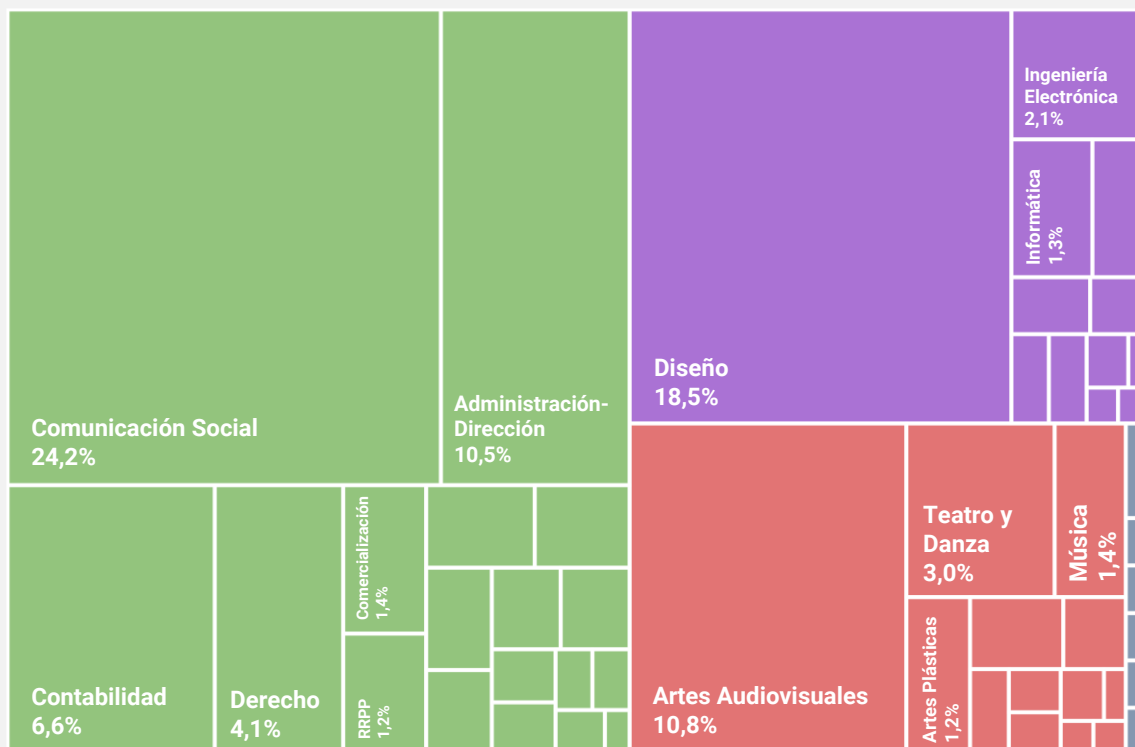
Las carreras universitarias más frecuentes ligadas a las empresas de servicios audiovisuales son comunicación social (24,2%), diseño (18,5%, fundamentalmente de imagen y sonido), artes audiovisuales (10,8%) y administración de empresas (10,5%). Más secundariamente, están contabilidad (6,6%), derecho (4,1%) y teatro y danza (3,0%).

La Universidad de Buenos Aires destaca como la más relevante en cuanto a los graduados, con un 31%. Le siguen la UADE (13%), la Universidad Nacional de La Plata (5%), la Universidad Católica Argentina (5%), la de Universidad Nacional de Córdoba (4%), la Fundación Universidad del Cine (3%) y la Universidad Nacional de las Artes (3%). La UBA destaca en diseño de imagen y sonido, la UADE en administración de empresas y la UNLP en artes audiovisuales.

El perfil de las carreras es muy disímil según la subrama. Por ejemplo, el 60% de los graduados de diseño que trabaja en el sector lo hace en producción de películas. Esta cifra sube al 66% en artes audiovisuales y al 87% en teatro y danza. En contraste, los graduados de comunicación social cobran mucho más protagonismo en emisión y retransmisión de TV abierta y en producción de programas de televisión. Algo similar ocurre con graduados de administración de empresas, contabilidad y derecho.

GRÁFICO 42. CARRERAS UNIVERSITARIAS EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR AUDIOVISUAL

Ciencias Aplicadas | Ciencias Sociales | Ciencias Humanas | Ciencias Básicas



Fuente: elaboración propia con base en el Sistema Araucano de la Secretaría de Políticas Universitarias y el SIPA. Los datos corresponden a personas graduadas en 2016-2018 que tuvieron empleo asalariado formal en servicios audiovisuales en mayo de 2022. En naranja ciencias de la salud.

Al igual que lo que ocurre con los SSI, el nivel educativo de los trabajadores y las trabajadoras del sector es alto: el 93% posee al menos secundario completo y el 44% cuenta además con estudios superiores completos, cifra todavía mayor en las mujeres (54% contra 40% en varones). La calificación de las tareas es en general elevada, con un 77% de las personas realizando tareas de tipo técnica o profesional y solo un 2% sin calificación (el resto es de calificación operativa). Producto del alto nivel educativo y la elevada calificación de las tareas, la tasa de pobreza es relativamente baja: 11% promedio entre 2016-2022 (13 puntos por debajo del promedio de la economía). Las horas trabajadas en la ocupación principal son similares a la media de la economía (35 semanales), aunque el porcentaje de pluriempleo es mayor que la media (14% de los ocupados del sector tiene más de un empleo, contra 9% en el resto de la economía). En 2021, el 22% del empleo se realizó de modo remoto, lo que representa una considerable suba respecto al 12% previo a la pandemia, aunque no de la magnitud de lo ocurrido con los SSI.

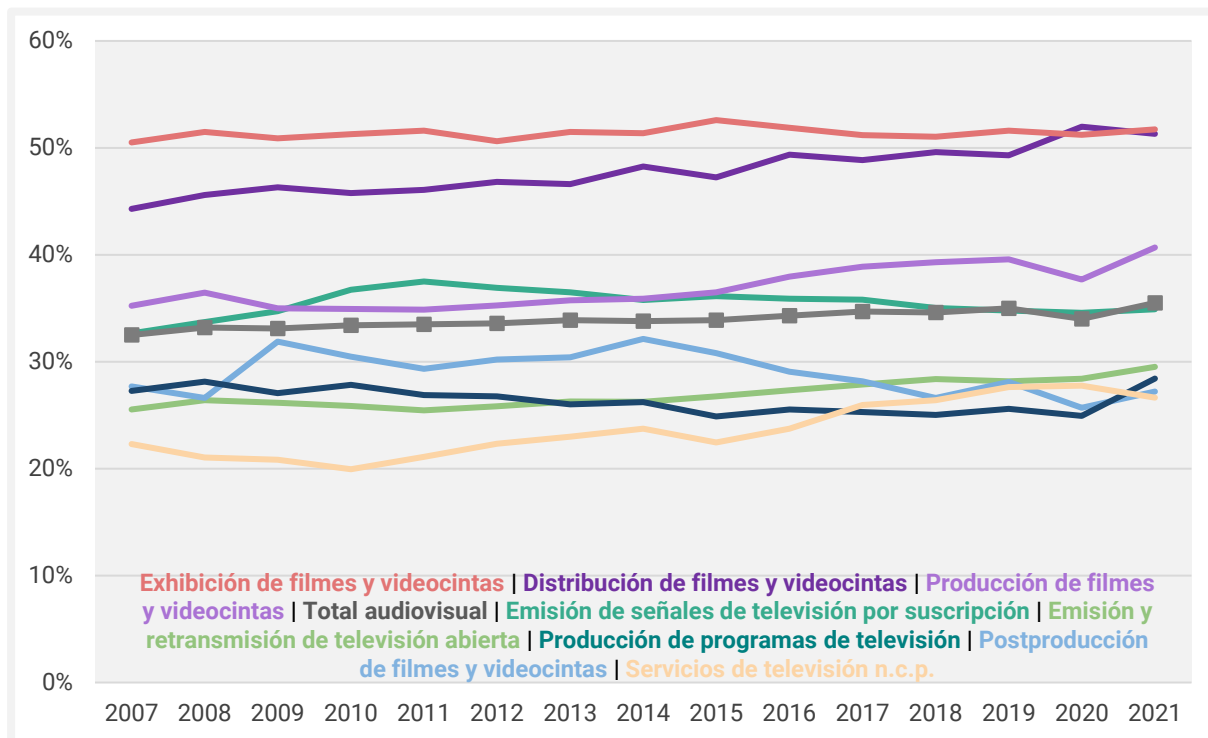
Respecto a la perspectiva de género, si bien se observa una participación de las mujeres superior a la de otros sectores productivos (casi 36% en el segmento asalariado formal en la actualidad, por encima de la media de las empresas, del 33%) y que además es ligeramente creciente en el tiempo, es claro que aún hay mucho terreno por mejorar. Las mujeres son mayoría en la exhibición cinematográfica, un rubro que entre 2013 y 2019 estuvo estancado y luego fue muy afectado por la pandemia, con una recuperación todavía incompleta al finalizar 2022 (ver recuadro 17). Este rubro además es el de menores salarios de todo el sector. También se ha ido feminizando el rubro de distribución de películas, que es uno de los de menor peso y mayor declive en todo el ecosistema audiovisual. Esto quiere decir que es necesario implementar políticas que tiendan a fortalecer la presencia de mujeres (y diversidades) en el resto de los rubros, sobre todo en los más calificados y con especial énfasis en la producción de cine y televisión, como así también en la emisión de señales de TV (abierta y por suscripción).

El resto de los rubros muestra una tasa de feminización inferior al 40%, con cierta tendencia alentadora reciente en lo que concierne a producción de contenidos tanto de películas como de programas y en emisión y retransmisión de TV abierta.

Tomando el sector como un todo, con base en datos de la EPH puede verse que la informalidad laboral es considerablemente mayor en las mujeres (31% en las asalariadas contra 21% en los asalariados). Al igual que lo que ocurre en SSI, incluso dentro de las mismas ramas se observa que las tareas ejecutadas por varones y mujeres son diferentes. La participación femenina es mayor en tareas de baja calificación (52%, como por ejemplo de limpieza) y en tareas profesionalizadas como contabilidad, derecho y administración de empresas. En contraste, la participación masculina es mucho más relevante en los puestos directivos (76%) y técnico-operativos, como por ejemplo operación de instalaciones y máquinas (97% varones) y técnicos en equipos de filmación y de radio, TV y comunicaciones (más de 85% varones).⁵³

⁵³ Datos de Simplificación Registral de AFIP.

GRÁFICO 43. PARTICIPACIÓN FEMENINA POR RAMA, PROMEDIO ANUAL, 2007-2021



Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI.

Recuadro 17. Pandemia y recuperación (incompleta) del cine de salas en 2022

Como fuera mencionado, la pandemia generó un impacto muy severo en la industria audiovisual y, particularmente, en lo que tiene que ver con la asistencia a salas de cine. De acuerdo a información del International Box Office Essentials (IBOE), en toda la región la asistencia a salas en 2022 fue menor que en el promedio 2015-2019. Argentina fue el país de mayor recuperación de la región, aunque con guarismos todavía 22% inferiores a los de la prepandemia. A modo de comparación, en Chile dicha cifra fue del 34%, en Uruguay del 39%, en Brasil del 44% y en México del 45%. Una posible razón detrás del mejor desempeño relativo argentino es que, si bien durante buena parte de 2020 y 2021 los cines permanecieron cerrados o con limitaciones, el grueso de ellos pudo sobreponerse a la pandemia a partir de políticas de sostén por parte del gobierno nacional como el de Asistencia al Trabajo y la Producción (ATP, vigente durante 2020) y Recuperación Productiva (REPRO, vigente en 2021 y 2022). Por medio de estos programas, el Estado nacional pagó parte de la masa salarial de las y los trabajadores de sectores afectados por la pandemia (como los de servicios culturales, entre otros), procurando sostener releaciones laborales y evitar quiebres de firmas.⁵⁴

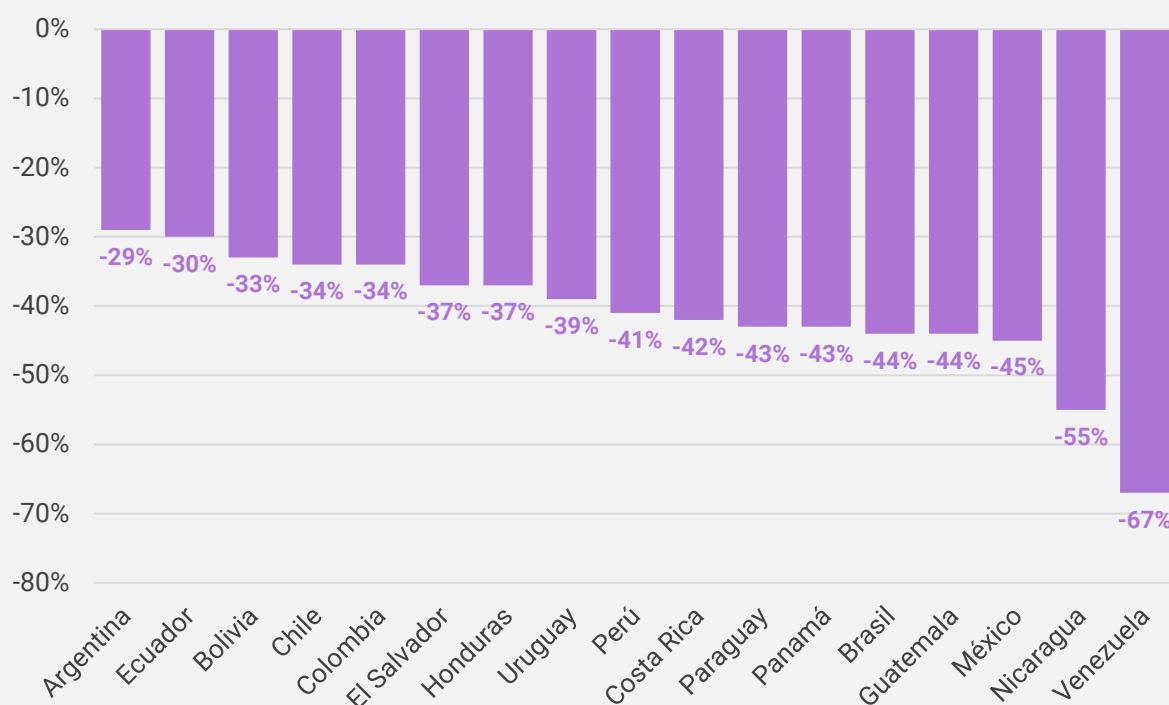
Continúa.

⁵⁴ Otro factor detrás de esta mayor recuperación pudo haber tenido que ver con que el Ministerio de Cultura junto a la Superintendencia de Riesgos del Trabajo dependientes del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, trabajó tempranamente con todo el sector en los protocolos de regreso a salas que luego fueron aprobados por cada una de las jurisdicciones subnacionales. Ello posibilitó una ganancia de tiempo importante ya que cuando se levantaron las primeras restricciones los protocolos ya estaban listos y aprobados en consenso entre el sector público y privado.

Continuación.

Vale tener en cuenta que un factor adicional que explica por qué el cine tradicional de salas ha tardado en llegar a niveles prepandemia es que el COVID-19 retrasó los principales rodajes y las películas más taquilleras. Según surgió de entrevistas realizadas, los exhibidores esperan que el sector termine de recuperarse en 2023, con al menos dos películas *blockbusters* mensuales.

GRÁFICO 44. ASISTENCIA A SALAS, 2022 VS. PROMEDIO 2015-2019 EN AMÉRICA LATINA



Fuente: IBOE.

De modo similar a lo que ocurre con otros SBC, los servicios audiovisuales muestran una marcada concentración geográfica. Casi la mitad del empleo registrado se da en CABA, y otro 26% en la provincia de Buenos Aires. Mucho más atrás aparecen Santa Fe (4%), Córdoba (4%) y Mendoza (2%). Dentro de CABA, alrededor de dos tercios del empleo se concentra en torno al distrito audiovisual de las comunas 14 (Palermo) y 15 (Villa Crespo, Villa Ortúzar, Chacarita) y en la Comuna 1, donde está la zona céntrica de la ciudad.⁵⁵ En la provincia de Buenos Aires, más del 70% del empleo se da en Vicente López y San Isidro, cuyas características socioproductivas son similares a las del corredor norte de CABA.

⁵⁵ De acuerdo a entrevistas realizadas, el auge del trabajo remoto impulsado por la pandemia generó un menor trabajo *efectivo* en las zonas céntricas. No obstante, la información disponible no permite aún conocer cuál es la magnitud de dicho fenómeno en el sector audiovisual.

MAPA 3. UBICACIÓN GEORREFERENCIADA DE LOS ESTABLECIMIENTOS PRODUCTIVOS AUDIOVISUALES DE 5 O MÁS PUESTOS DE TRABAJO, 2021

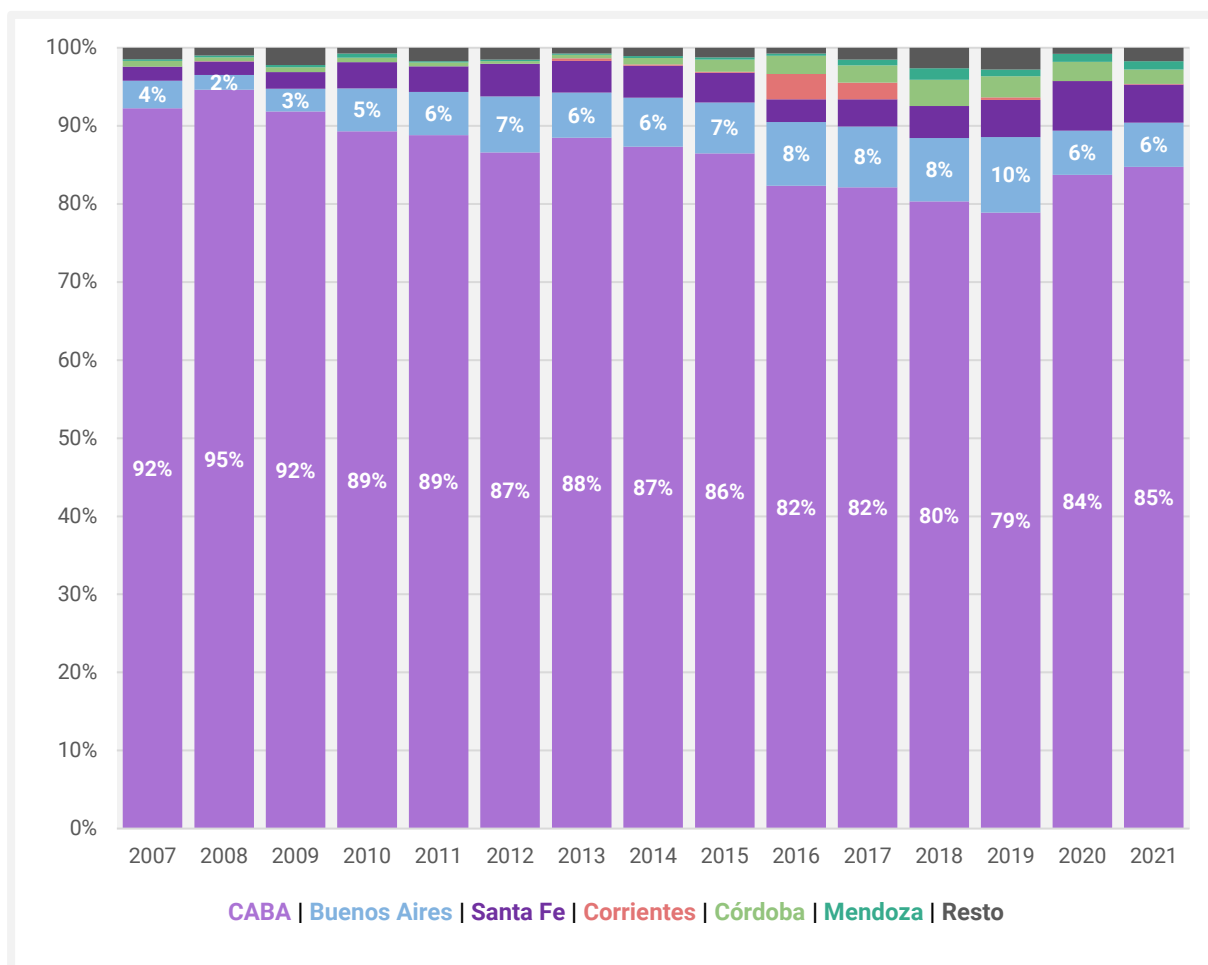


Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI y Ministerio de Trabajo. El tamaño de las burbujas muestra el tamaño del establecimiento productivo.

A continuación, se pondrá el foco en las empresas de producción de contenidos (cinematográficos y televisivos). En total, estas ramas representan aproximadamente la mitad de las empresas en las ramas analizadas.

En el segmento de producción cinematográfica la concentración en CABA —y en el conurbano norte— es máxima. En la actualidad, el 88% del empleo formal en las productoras cinematográficas se da en CABA y un 5% en la provincia de Buenos Aires, principalmente en el partido de Vicente López. En el evolutivo histórico se observa una paulatina reducción del peso de CABA entre 2007 y 2018 (del 94% al 83% del empleo), para desde entonces volver a concentrarse.

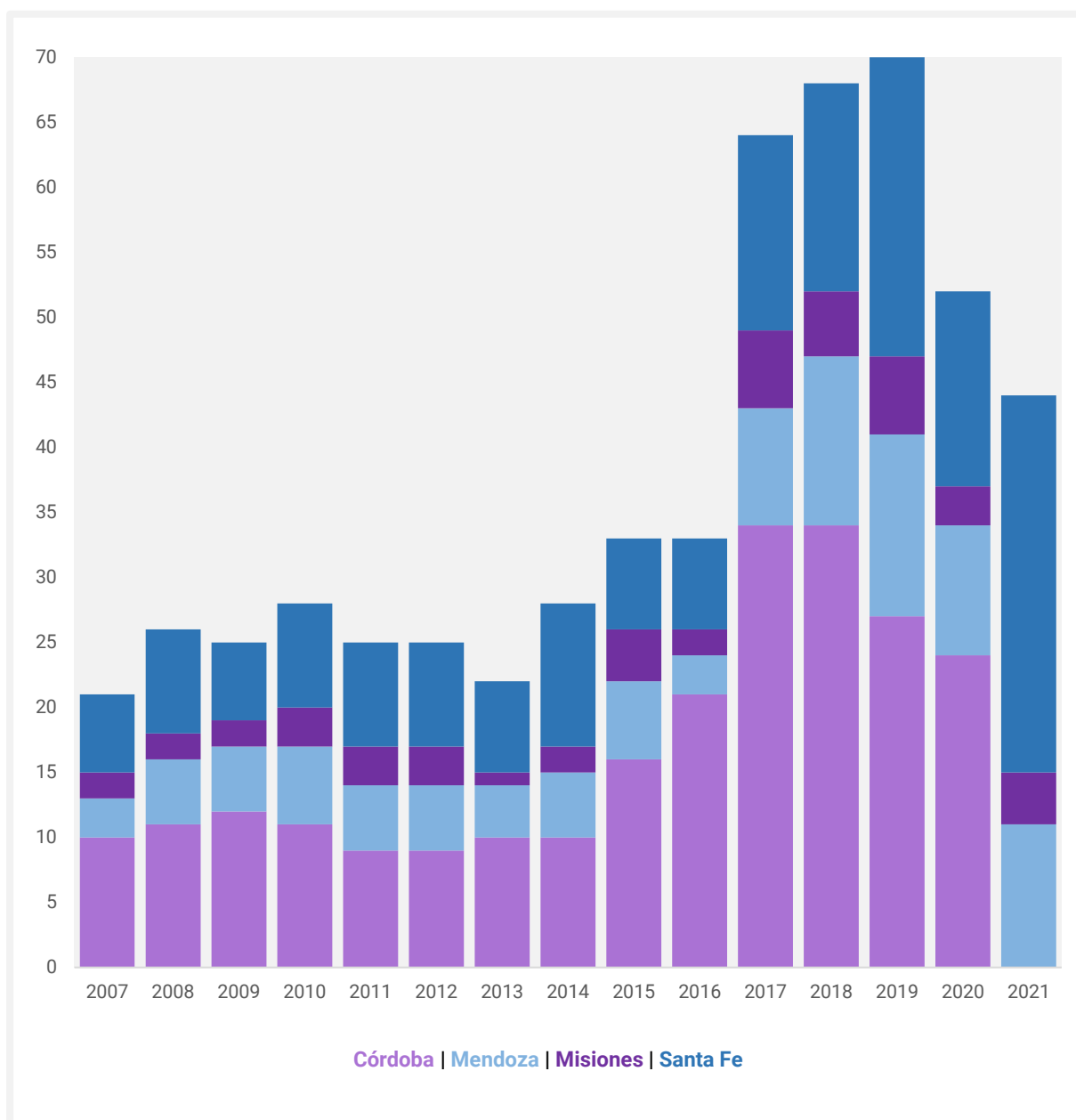
GRÁFICO 45. DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DEL EMPLEO EN PRODUCCIÓN DE FILMES Y VIDEOCINTAS, 2007-2021 (PROMEDIOS ANUALES)



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

Más allá de la extrema concentración en CABA, es importante destacar que en los últimos años algunas provincias comenzaron a promover activamente la actividad audiovisual, incluso con alguna normativa provincial que contempla aspectos culturales y productivos (ver Borello *et al.*, 2019). Eso es lo que explica la tendencia creciente en la cantidad de empresas en provincias como por ejemplo Córdoba, Santa Fe y Mendoza.

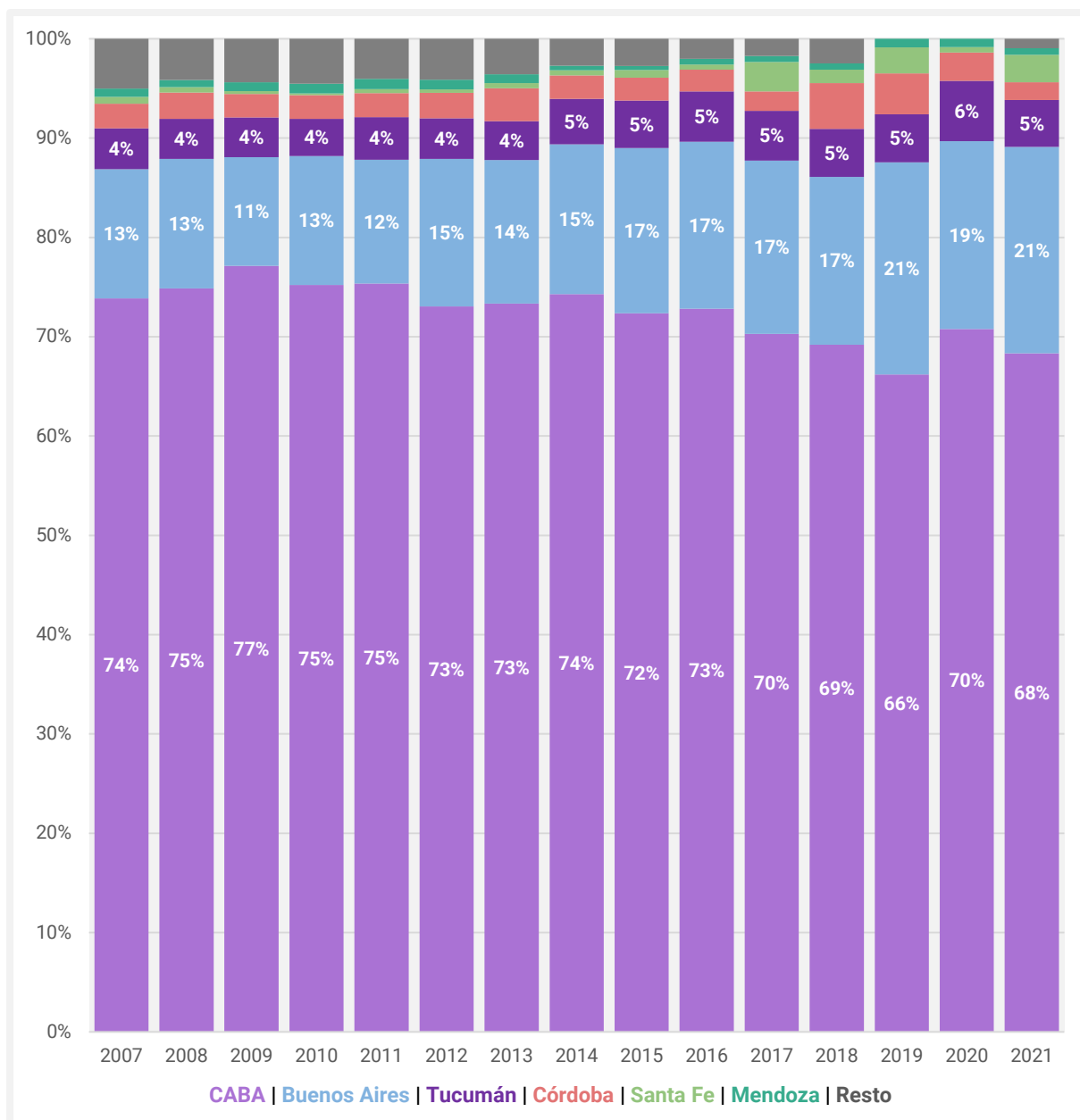
GRÁFICO 46. CANTIDAD DE EMPRESAS EN LA RAMA DE PRODUCCIÓN DE FILMES Y VIDEOCINTAS, PROVINCIAS SELECCIONADAS



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

En la producción de programas de televisión también se observa una gran concentración en CABA, aunque levemente menos extrema que en filmes. El 70% del empleo y el 60% de las firmas lo explica CABA, y gana protagonismo la provincia de Buenos Aires (principalmente por su conurbano norte).

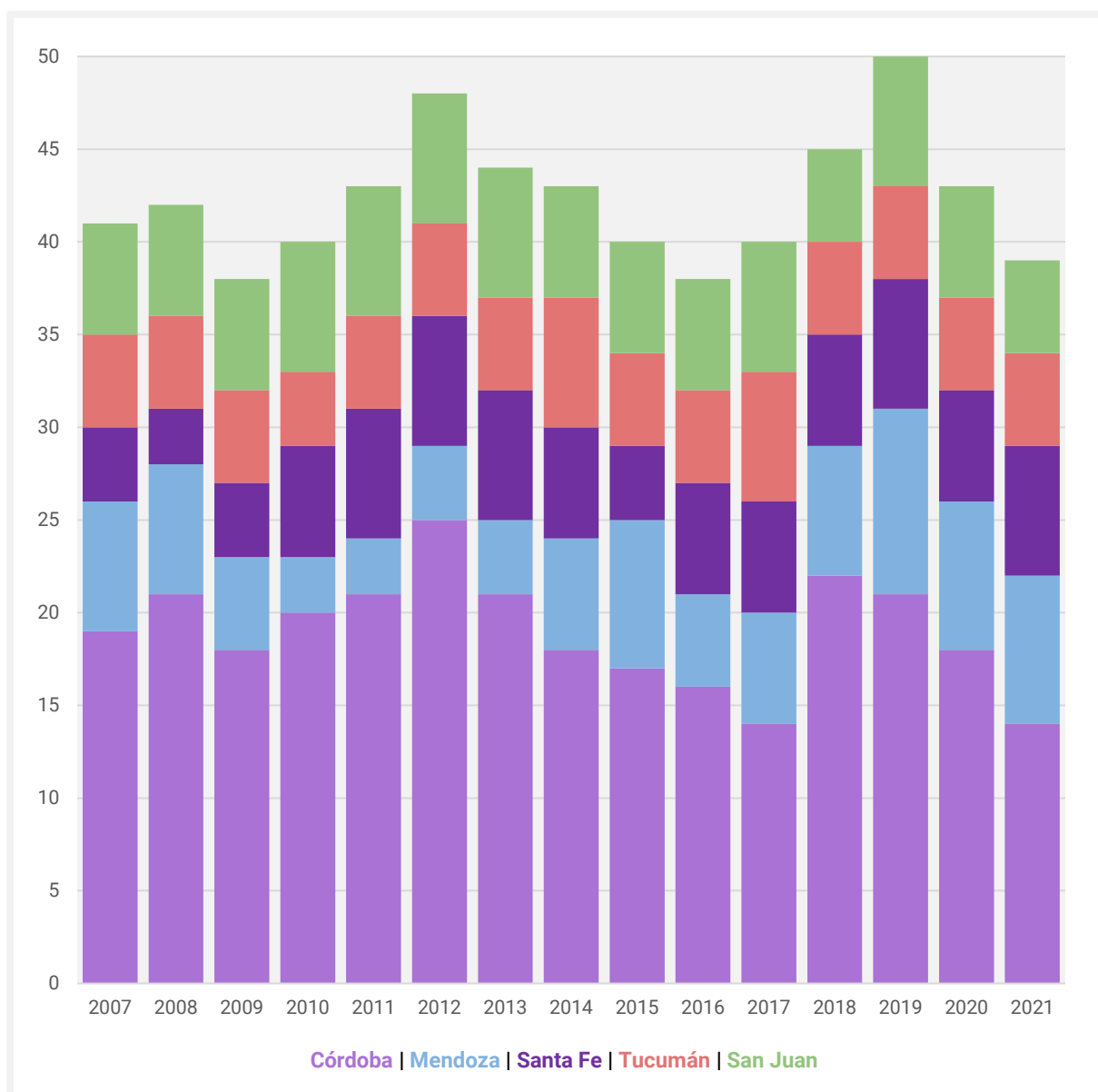
GRÁFICO 47. DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DEL EMPLEO EN PRODUCCIÓN DE PROGRAMAS DE TELEVISIÓN, 2007-2021 (PROMEDIOS ANUALES)



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

La representatividad federal de las productoras televisivas es mayor (entre 30 y 40 firmas) que la de las productoras cinematográficas, pero con una trayectoria más oscilante en la última década. La cantidad de firmas en actividad ha bajado en Córdoba —la principal de estas provincias— y ha crecido muy levemente en Mendoza, Santa Fe y San Juan.

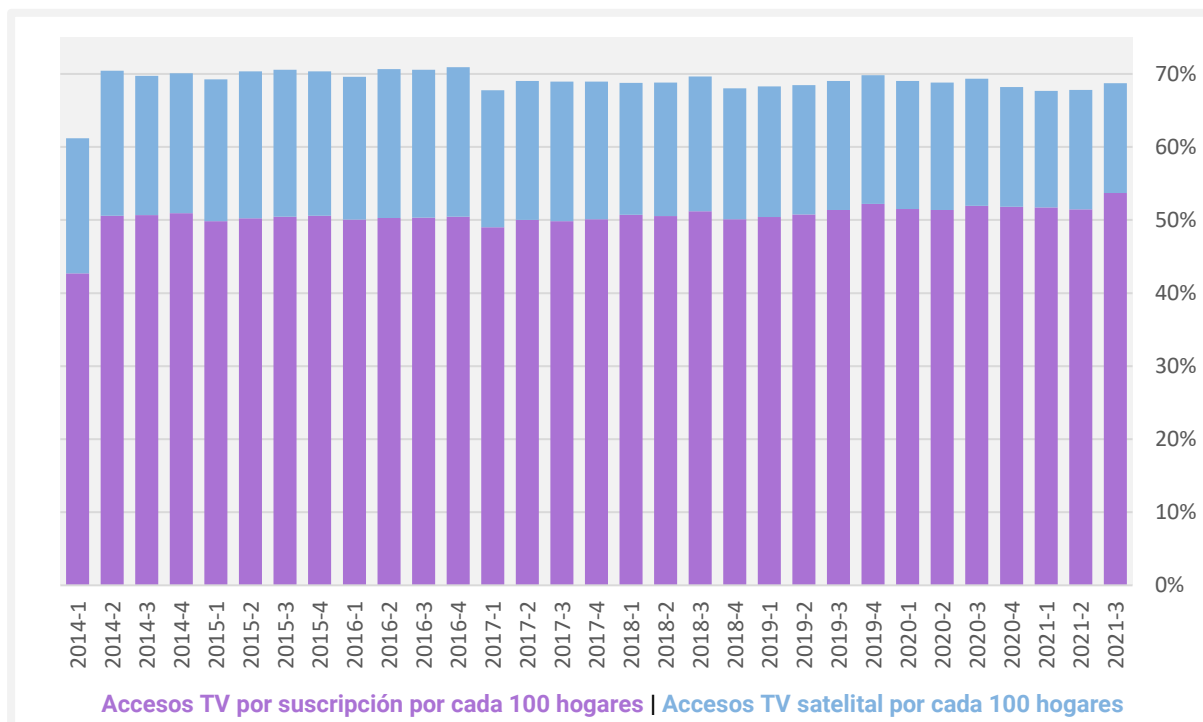
GRÁFICO 48. PRODUCCIÓN DE PROGRAMAS DE TELEVISIÓN EN PROVINCIAS SELECCIONADAS



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

Finalmente, cabe destacar un aspecto relevante desde el punto de vista de la demanda: Argentina tuvo históricamente un nivel relativamente alto de hogares suscriptos a servicios de TV pagos (fundamentalmente, de “cable”). Este dato debe ser considerado un antecedente: en la medida en que mejore la infraestructura de redes y se distribuya de una manera más federal, es probable que aumente también la suscripción a servicios audiovisuales digitales. El gran desafío que se desprende de ello es que una parte cada vez mayor de dicha demanda sea abastecida por servicios y contenidos nacionales.

GRÁFICO 49. ACCESO A SERVICIOS DE TV POR SUSCRIPCIÓN (CABLE, ANTENA TERRESTRE Y SATELITAL) CADA 100 HOGARES (TRIMESTRAL)



Fuente: ENACOM.

Recuadro 18. El segmento videojuegos: una oportunidad en el camino de la convergencia.

El desarrollo de videojuegos no está clasificado como sector específico en el sistema de cuentas nacionales, por lo cual no se dispone del tipo de datos como los que se utilizaron para analizar las diferentes ramas del audiovisual. De ello se desprende una primera y obvia propuesta: es necesario crear un nomenclador para monitorear la actividad de estas empresas que están siendo clasificadas en otros rubros.

En parte, el inconveniente está asociado al hecho de que el desarrollo de videojuegos requiere competencias propias de otros sectores: lenguajes de programación (software) y diseño de imagen y sonido (audiovisual). Desde ese punto de vista, los videojuegos constituyen un fenómeno medular de la convergencia y la transformación digital.

Cabe señalar, no obstante, que los proyectos que se desarrollan son sumamente heterogéneos: en un extremo, existen videojuegos de gran presupuesto desarrollados y comercializados por las principales empresas del mundo, para jugar en consolas o en computadoras de alto rendimiento; en el otro extremo, existen videojuegos de baja complejidad hechos para cualquier pantalla interactiva (*smartphones*, computadoras estándar, *tablets*, etc.). La convergencia con el audiovisual es mayor en el primer caso, dado que ese tipo de proyectos demandan un proceso más largo (similar al de una película o serie: preproducción, producción y postproducción) y requieren capital humano altamente especializado del propio segmento (*mocap*, *game design*, etc.), del sector software (programadores) y también del audiovisual tradicional (guionistas, iluminación, sonidistas, VFX, animadores, etc.).

Continúa.

Continuación.

Por el volumen de recursos necesarios para ese tipo de proyectos, en Argentina las experiencias son más bien excepcionales (Luzardo *et al.*, 2019). El tipo de videojuegos que se desarrolla en el país tiene características más modestas. Además, el desarrollo de videojuegos no es objeto de políticas del mismo modo que el cine: no existe una institucionalidad específica ni un sistema de financiamiento, sino que la política se encuentra fragmentada institucionalmente (distintas secretarías y ministerios) y jurisdiccionalmente (algunas provincias lo incluyen dentro de su política de fomento, otras no). Vinculado a todo ello, hay que agregar que en la práctica tampoco se observa el tipo de convergencia que vincularían al desarrollo de videojuegos con el resto del audiovisual: desde la perspectiva de los actores, todavía se resaltan diferencias ostensibles entre las características y las rutinas de las productoras audiovisuales y de los estudios de videojuegos. En síntesis: allí, en el avance de la convergencia al nivel empresarial, todavía hay un desafío muy importante de cara a 2030.

Panorama global y local de los videojuegos

La cadena global de valor del segmento videojuegos coincide en sus rasgos fundamentales con la del resto del sector audiovisual: altamente concentrada en un puñado de actores transnacionales, mayormente de origen norteamericano, aunque con una creciente participación de gigantes asiáticos como Japón, China y Corea del Sur. Datos de Luzardo *et al.* (2019) para 2017 señalan que Asia-Pacífico registró ingresos totales por USD 71.400 millones (16,8% de incremento interanual), mientras que Estados Unidos-Canadá registró USD 32.700 millones (10% interanual). Latinoamérica y el Caribe, por su parte, tuvo ingresos por USD 5.000 millones, con un crecimiento interanual considerable (13,5%).

Datos del Observatorio Industria Argentina de Desarrollo de Videojuegos (ADVA-UNRaf, 2021) permiten trazar un panorama del segmento nacional. Allí se señala que el segmento representó U\$S 86.716.560⁵⁶ en 2020 y que el 74% del producto fue exportado, principalmente a Estados Unidos-Canadá y a la Unión Europea.

La ADVA (Asociación de Desarrolladores de Videojuegos Argentinos) nuclea a más de 130 estudios y profesionales, que a su vez tienen 1.916 recursos humanos multidisciplinarios en actividad (66% *full-time*, 8% *part-time* y 26% *freelance*). El relevamiento señala que el 31% de los estudios están en CABA, 25% en Mendoza, 20% en Buenos Aires, 12% en Córdoba y 5% en Santa Fe. La mayoría (53%) son microempresas.

En 2020, en Argentina se publicaron 55 juegos pequeños (hasta 6 meses de desarrollo) y 25 grandes (6 meses o más), los cuales tienen como principal plataforma de destino a las computadoras y *mobile* (74%), y sólo en un 21% las consolas fijas.⁵⁷ Otro dato a resaltar es que el 61% tiene por clientes a otros estudios de videojuegos, lo cual es sintomático de que buena parte de la actividad está abocada a la venta de servicios, mientras que sólo algunos estudios tienen la capacidad de encabezar proyectos propios.

Sin lugar a dudas, el desafío de aprovechar el enorme potencial de este segmento está asociado al desarrollo de una mayor escala y a la posibilidad de llevar a cabo proyectos de mayor tamaño.

⁵⁶ Tamaño de la industria calculado como proyección de recursos humanos contratados por perfil profesional (empleados y *freelancers*).

⁵⁷ De acuerdo al BID (2019), el desarrollo de proyectos para consolas demanda aproximadamente 19 meses.

Principales oportunidades

Competitividad genuina

En todo el sector hay un consenso muy grande en torno a la idea de que el complejo audiovisual argentino tiene un potencial enorme, aunque no esté plenamente aprovechado. Y dicho potencial radica en su competitividad genuina: más allá de los desequilibrios macroeconómicos —que, según las circunstancias, alteran el índice de costos en un sentido o en el otro— el audiovisual argentino tiene un reconocimiento internacional que se expresa en premios (en festivales de cine, publicidad y series) y también en desempeño comercial.

En un mercado de bienes simbólicos (Bourdieu, 2012) no es menor la importancia del “prestigio”: el audiovisual es una actividad en la cual el capital simbólico se transforma en capital económico, y viceversa. Desde esa perspectiva, los espacios de consagración —como los festivales— aparecen como espacios de capitalización: generan reconocimiento, publicidad y, por lo tanto, oportunidades comerciales. Los principales productores argentinos, que ya llevan décadas de experiencia en dichos espacios, dominan esa alquimia.

El reconocimiento no sólo recae en los contenidos: se valora ampliamente la calidad de los recursos humanos y —la pieza más codiciada en todo el mundo— las ideas creativas materializadas en guiones y formatos que se exportan para realizarse en el exterior. La exportación de derechos de *remake*⁵⁸ es una muestra contundente de ello.

La diáspora: argentinos en las grandes ligas del audiovisual

El mercado doméstico tiene dificultades para explotar plenamente el potencial de los recursos humanos y su creatividad. Tal como sucede en otros sectores, los profesionales más calificados del audiovisual nacional están bien considerados a nivel internacional, y eso hace que muchos reciban ofertas de trabajo de las empresas y los mercados más importantes del mundo.

Hay argentinos jugando en las grandes ligas: directores, productores, guionistas y muchos otros profesionales que ocupan cargos jerárquicos en las industrias audiovisuales más competitivas del mundo. A ello se agrega que también hay una cantidad creciente trabajando *para* las grandes ligas desde el territorio nacional, a través del trabajo remoto (muy aplicable en algunos rubros, como postproducción). La post pandemia ha profundizado esta dinámica.

Es un fenómeno que puede y debe ser aprovechado: sería deseable diseñar encuentros (presenciales o remotos) para el intercambio de experiencias, analizar la posibilidad de vincularlos con empresas nacionales y, eventualmente, establecer programas de capacitación y acuerdos comerciales.

⁵⁸ La empresa argentina FilmSharks se especializó en venta internacional de derechos de *remakes*, a tal punto que desarrolló un sello específico: The Remake Co.

Marca país

El audiovisual constituye al país en una referencia y favorece su posicionamiento en el mundo. El sector contribuye a la promoción de la diversidad cultural nacional, el turismo y, en general, el reconocimiento de los recursos materiales e inmateriales de Argentina. Es decir, aunque sea de manera indirecta, impacta transversalmente sobre el desarrollo productivo nacional. Y además contribuye al fortalecimiento del sentido de pertenencia por parte de la población. La reciente obtención de la Copa Mundial de Fútbol de la FIFA en 2022 brinda una favorable oportunidad para la promoción de la marca país en el exterior en segmentos como el audiovisual. Asimismo, la industria audiovisual puede contribuir a promocionar los atractivos turísticos de Argentina en el exterior, a partir del rodaje de contenidos en sitios de interés tanto cultural como natural.

El sector audiovisual debe ser pensado “como una *industria industrializante*, capaz de inducir, como ninguna otra, al consumo o empleo de bienes y servicios presentados de una manera o de otra durante el proceso de percepción o de consumo de las obras” (Getino y Schargrodsky, 2008). Los autores agregan que buena parte de la expansión de la economía norteamericana durante el siglo XX se debió a la circulación de su producción audiovisual. No debe subestimarse su capacidad para promover valores, bienes y servicios.

Un potrero en cada barrio

Existen escuelas de cine, universidades (incluso con carreras de desarrollo de videojuegos) y otras instituciones de calidad que contribuyen al desarrollo de capacidades básicas y avanzadas. También hay una matrícula considerable en el sistema universitario asociada específicamente al audiovisual. Más recientemente se han abierto carreras y cursos de especialización sobre temáticas de enorme potencial para el futuro inmediato como animación, AR/VR (realidad aumentada y realidad virtual) y videojuegos. En estos “potreros” se forman las y los profesionales que en 2030 estarán plenamente incorporadas/os en el ecosistema audiovisual.

Todo lo cual tiene una característica adicional muy relevante: su federalización creciente. Es esperable que buena parte de los recursos humanos que se incorporen a la actividad residan y se formen fuera del AMBA. La mejor muestra de la importancia que ha cobrado el audiovisual en nuestro país es que ya no es una prerrogativa exclusiva de las grandes áreas metropolitanas, sino una actividad económica que empieza a ser promovida (con formación y políticas públicas) activamente en provincias y localidades de distintos puntos del país.

Servicios audiovisuales de alto potencial exportador: postproducción y desarrollo de videojuegos para proyectos internacionales

Los servicios de producción y postproducción audiovisual son altamente competitivos a nivel global. Existe un potencial enorme para brindar diferentes especialidades (edición de imagen y sonido, subtulado, doblaje, efectos especiales, animación, etc.) a proyectos internacionales. Las tecnologías digitales y el trabajo remoto apuntalan esta oportunidad.

Por su parte, el segmento videojuegos tiene un marcado perfil exportador. El 74% de los productos y el 58% de los servicios se destinan al mercado externo, con Estados Unidos-Canadá y Europa como principales mercados. A ello hay que agregar que sólo el 42% desarrolla y vende juegos propios, lo cual implica que la mayoría de las empresas brinda servicios a proyectos de terceros (ADVA-UNRaf, 2021). Aunque es posible y deseable que los desarrolladores argentinos continúen ganando escala dentro de la cadena global de valor, lo más probable es que el mayor potencial de los desarrolladores nacionales siga radicando en la venta de servicios a otros.

Transformación digital *bottom-up*: la demanda de los argentinos

El “apagón analógico”⁵⁹ en Argentina está previsto para diciembre de 2023, lo cual asegura la plena digitalización de las empresas y los hogares en el corto plazo. Esto garantizará la posibilidad de brindar servicios de comunicación audiovisual digitales en todo el territorio nacional.

Vale subrayar que la mejora del ancho de banda (y por lo tanto de la infraestructura) es impulsada en buena medida por la demanda hogareña y móvil asociada a los servicios de videojuegos y VOD. En diciembre de 2021 el ENACOM publicó las frecuencias que reservará para el despliegue del nuevo estándar de redes móviles: el 5G. Si se introducen las mejoras necesarias de infraestructura, ello debería traducirse en un aumento considerable de la demanda de servicios, sobre todo en las regiones del país que en la actualidad muestran los índices más bajos de conectividad.

Tal como se señaló, nuestro país tuvo históricamente un alto nivel de suscripción a servicios de comunicación audiovisual pagos. Eso favoreció el desarrollo del mercado con una oferta de calidad y diversa. Parte de ese flujo de dinero (incluyendo a las plataformas) que pagan los ciudadanos argentinos debe ser reconducido al financiamiento de contenidos nacionales, siguiendo experiencias internacionales recientes basadas en el principio de que *todos los difusores financian la producción* (García Leiva y Albornoz, 2020).

Principales desafíos

Desarrollar escala

Como en otras actividades productivas, las empresas nacionales tienen limitaciones para llevar a cabo proyectos de gran escala, lo cual impide el surgimiento de un mayor volumen de empresas medianas y grandes. Los grandes proyectos sólo son posibles mediante *joint ventures*, modelo de coproducción internacional o asociaciones temporales similares, lo cual implica ceder control creativo y comercial, o en el peor de los casos la propiedad intelectual.

⁵⁹ Esta expresión se refiere al cese programado de las emisiones analógicas de los operadores de radio y televisión, para pasar a transmitir señales totalmente digitalizadas.

Incluso, algunas de las productoras argentinas más innovadoras han sido adquiridas por grandes grupos mediáticos internacionales.

El desafío que se desprende pasa por crear condiciones para que las empresas nacionales fortalezcan sus herramientas de negociación y, en paralelo, se desarrollen los instrumentos necesarios para dar un salto de escala.

La lucha por la propiedad intelectual

La irrupción de las plataformas trajo aparejada un nuevo modelo de negocios. La política de “contenidos originales” de estas empresas se traduce en un reposicionamiento del rol de los productores nacionales, los cuales devienen en meros proveedores de contenidos. A cambio de un único pago, pierden el cobro de *royalties*, control (creativo y comercial) sobre las obras y cualquier beneficio ulterior (secuelas, precuelas, *spin-offs*, derechos de *remake*, etc.).⁶⁰ Es un aspecto crítico para el cual recién se están ensayando soluciones regulatorias, como hace Francia al limitar el periodo de retención de los derechos de propiedad intelectual.⁶¹

Si bien el desafío tiene una gran complejidad, es necesario estudiarlo y diseñar una estrategia con el sector. Lo que está en riesgo no puede ser subestimado, dado que la propiedad intelectual sobre los contenidos es el principal capital de las productoras nacionales.

Un lugar en el mundo: internacionalización

Por un lado, América Latina aparece como el destino natural de buena parte de la producción audiovisual nacional. No obstante, permanece como un gran desafío aumentar la presencia en la región, lo cual podría cobrar impulso en el marco de una estrategia mayor de integración regional del audiovisual. Existen avances moderados a nivel Mercosur e Iberoamérica que podrían funcionar como plataformas (Moguillansky, 2016; Falicov, 2012).

Por otro lado, es necesario explorar mercados “no tradicionales”: gran parte de la demanda mundial de videojuegos y contenidos audiovisuales es motorizada por países con los cuales hay escasa tradición de intercambios audiovisuales. Esto es particularmente cierto para los países asiáticos, que además cuentan con un ecosistema de plataformas digitales relativamente independiente de los circuitos occidentales. Es necesario desarrollar las relaciones, impulsar misiones comerciales, participar en mercados y otras acciones orientadas a abrir dichos mercados. Aquí también podrían aprovecharse la red diplomática de Argentina y la diáspora.

Financiamiento para apuntalar el desarrollo

⁶⁰ Más allá de este diagnóstico general, vale aclarar que sí hay algunos casos en donde sí se ha retenido la propiedad intelectual, como el caso de la película Granizo.

⁶¹ En 2022 al respecto el Ministerio de Cultura realizó un seminario con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) de muy buena repercusión; no obstante, en Argentina todavía no existe una política pública definida al respecto. Sin embargo, algunas sociedades de gestión (directores, guionistas, etc.) han llegado a acuerdos privados con plataformas.

En buena medida, las capacidades del sector audiovisual se explican por las políticas de fomento, que contemplan créditos blandos y subsidios. No obstante, la impronta cultural de estas políticas hace que los instrumentos sean inadecuados para los proyectos “industriales”: por ejemplo, la mayoría de las películas y series hechas para las plataformas se financian enteramente con recursos privados, sin pasar por organismos como el INCAA.

Las productoras que llevan adelante estos proyectos, al tratarse mayormente de pequeñas y medianas empresas, tienen dificultades para calificar en los sistemas de crédito existentes. Y si bien hasta el momento hay una cantidad considerable de productoras que ingresaron en el Régimen de Promoción de la Economía del Conocimiento, sigue siendo necesario un instrumento que asegure el financiamiento a empresas que tienen trayectoria y necesitan fondos para llevar a cabo proyectos asociados a inversión extranjera directa.

Capital humano para el corto, mediano y largo plazo

A fines de 2021, tras la etapa más dura de la pandemia, las principales ramas del sector audiovisual se encontraban en situación de pleno empleo. Esto es sintomático del nivel de actividad motorizado por las plataformas, pero también señala que el potencial del sector audiovisual podría encontrar un límite serio en la dotación de capital humano, sobre todo en los rubros más calificados. Por otro lado, en los rubros “más digitalizados” (animación, videojuegos, postproducción) ya se registran algunas de las tendencias del sector software (fuga, *freelancers*, etc.).

Todo ello señala la necesidad de implementar políticas orientadas al desarrollo de capital humano y a la retención de personal calificado. Es necesario pensar y planificar en qué rubros, para qué segmentos, sobre qué tecnologías y para qué escenarios futuros. Lo último es particularmente relevante si se tiene en cuenta que el ecosistema audiovisual es dinámico y, de hecho, en las últimas décadas viene experimentando profundos procesos de innovación.

Como se señaló anteriormente, la expansión del capital humano puede y debe darse en oposición a las tendencias históricas que implican una profunda concentración en el AMBA y un predominio de varones. En este sentido, el audiovisual del futuro deberá ser más equitativo tanto en términos territoriales como de género.

Competencia regional creciente

El fenómeno de las plataformas disparó una carrera global por la atracción de rodajes internacionales, en particular de proyectos medianos y grandes. Algunos países comenzaron a implementar políticas agresivas, a veces diseñadas “a medida” de las plataformas, para atraer inversión extranjera directa. Esto impacta de lleno sobre la competitividad de algunos países, incluso sobre aquéllos que tenían una política audiovisual establecida.

Tal como se argumenta en distintas secciones, Argentina puede perder posiciones si no actualiza su(s) política(s) audiovisual(es) a la luz de las oportunidades y los desafíos que se le presentan. Lo cual no significa diseñar instrumentos “a medida” de los grandes jugadores, sino

una política interministerial robusta y coordinada que combine obligaciones e incentivos en el marco de una estrategia de desarrollo del sector nacional.

Aumentar el ingreso de divisas por exportación

Siempre fue complejo registrar y medir la exportación de servicios audiovisuales, lo cual se profundizó con la digitalización. A ello se suman las prácticas de subdeclaración y/o no ingreso de divisas. Más allá de la necesidad de desarrollar una estabilidad macroeconómica sostenida, podría pensarse en el establecimiento de incentivos para el ingreso de divisas. Por ejemplo, otorgar beneficios especiales (créditos y subsidios, exenciones impositivas, etc.) a las empresas que reinvierten en la actividad audiovisual.

Análisis FODA

El diagnóstico presentado se resume a continuación, a partir de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del ecosistema audiovisual nacional.

FIGURA 6. MATRIZ FODA DE LA INDUSTRIA AUDIOVISUAL EN ARGENTINA



Experiencias internacionales de políticas audiovisuales

En esta sección se describirá brevemente un conjunto de experiencias internacionales que, por distintos motivos, constituyen una referencia directa en materia de políticas audiovisuales. No se pretende exhaustividad, sino más bien señalar algunos instrumentos que pueden ser considerados como modelo.

Francia

En Francia el cine tiene carácter de emblema nacional, dado que este país es reconocido mundialmente como su lugar de nacimiento. Desde 1895, las películas y los técnicos franceses recorrieron el planeta difundiendo la novedad cultural, la innovación tecnológica y contribuyendo sustancialmente al proceso de internacionalización y mercantilización. Los mercados internacionales fueron dominados por el cine francés hasta la década de 1920 (Buquet Corleto, 2005), luego de lo cual Francia comenzó a desplegar una estrategia de posicionamiento y cooperación a través de un conjunto robusto de políticas que en la actualidad contemplan todo su ecosistema audiovisual. Actualmente, es el séptimo exportador mundial de contenidos audiovisuales, con un monto estimado para 2021 en de USD 1.770 millones de (3,3% mundial).

- **Unifrance: promoción, exportación y monitoreo.** Dependiente del CNC (*Centre national du cinéma et de l'image animée*), la asociación Unifrance tiene como función la promoción, exportación y el monitoreo del audiovisual francés en el mundo. Estas acciones combinan una impronta cultural y comercial, abarcan más de 50 países y se alimentan de la red de embajadas francesas y de la información producida por consultoras privadas y organismos públicos. Unifrance tiene una trayectoria que se remonta a 1949, posee oficinas estratégicas en Estados Unidos, China y Japón, y es la principal referencia mundial de una política pública destinada a la promoción internacional del audiovisual.
- **TRIP: Tax Rebate for International Productions.** El CNC también implementa una política de incentivos a empresas francesas que brinden servicios de producción a proyectos internacionales. El TRIP cubre hasta el 30% (o el 40%, para gastos de VFX superiores a los €2 millones) de los gastos elegibles (salarios, servicios técnicos, equipamiento, transporte, logística, catering, etc.) incurridos en territorio francés, con un tope de €30 millones por proyecto. Los proyectos deben incluir elementos relacionados con la cultura, el patrimonio y el territorio francés o europeo.
- **Fuerte inversión en cooperación regional e internacional.** Francia lideró la construcción de un espacio audiovisual común europeo: de ello se desprenden los programas MEDIA (orientado al desarrollo, la promoción y distribución del cine europeo en el mundo) y Euroimages (focalizado en la coproducción), que desde hace más de tres décadas vienen multiplicando los vínculos entre los países europeos. Además, esta iniciativa francesa va más allá de Europa: Francia tiene firmados acuerdos de coproducción con 58 países

(Argentina inclusive) y es el país que realiza la mayor cantidad de coproducciones en el mundo (UNESCO, 2016). En el escenario multilateral, Francia promueve un modelo de globalización cultural alternativo, lo cual se materializó en el hecho de que cientos de países consagraran la *Convención sobre la protección y la promoción de la diversidad de las expresiones culturales* en UNESCO (2005).

- **Aide aux cinémas du monde (“Ayuda a los cines del mundo”).** Se trata de una política que combina la cooperación cultural con naciones de menores recursos y que al mismo tiempo funciona como un instrumento de promoción de las empresas de postproducción francesas. Esto se debe a que producciones de otros países reciben una ayuda para finalizar sus proyectos en territorio francés. A cambio de ello, una empresa francesa oficia como coproductora minoritaria. Argentina es el principal país receptor de esta ayuda (Amiot-Guillouet, 2017).
- **Regulación de plataformas: obligaciones de inversión, cuota de catálogo y prominencia.** Francia fijó una regulación de los servicios digitales “más dura” que la mínima definida por la Unión Europea en la Audiovisual Media Services Directive (AVMSD). Entre otras cuestiones, estipula que los servicios por suscripción deben destinar hasta el 25%⁶² de su facturación neta anual a la producción de obras audiovisuales europeas u originales en lengua francesa. Además, el 40% del catálogo debe estar compuesto por contenidos franceses, a lo cual se suman cuestiones de prominencia para que dichos contenidos sean parte activa de la experiencia de los usuarios (visibles en la interfaz, fáciles de acceder y etiquetados adecuadamente en los metadatos) (European Audiovisual Observatory, 2022). Finalmente, un aspecto especialmente interesante es que Francia fortalece a sus productoras frente a las plataformas en la disputa por la propiedad intelectual sobre los contenidos: eso se desprende de la obligación de financiar producción “independiente” y de fijar la retención de los derechos de explotación por un periodo limitado.

Corea del Sur

Las políticas de internacionalización de la cultura coreana cobraron impulso en la década de 1990, cuando un conjunto de telenovelas y bandas de música pop tuvieron éxito en China, Japón y otros países asiáticos.⁶³ Este fenómeno fue conocido como *hallyu*, “ola coreana”, marca que —de modo general— comenzó a identificar a la cultura coreana en todo el mundo.

En la actualidad, Corea del Sur es uno de los mercados cinematográficos más dinámicos del mundo. Es uno de los pocos países que tiene una cuota de mercado local superior al 40% en salas. Y las principales empresas distribuidoras y exhibidoras de cine son de origen local. La participación de firmas coreanas también se observa en el ecosistema de plataformas

⁶² *Décret n° 2021-793 du 22 juin 2021 relatif aux services de médias audiovisuels à la demande.*

⁶³ Las políticas audiovisuales coreanas han sido estudiadas en profundidad por la investigadora Lucía Rud (2017a; 2017b), quien además señala algunos paralelismos sorprendentes entre el cine de este país y el de Argentina.

digitales, lo cual ha dificultado la penetración de las grandes plataformas norteamericanas. Asimismo, Corea del Sur se ha convertido en el décimo exportador mundial de servicios audiovisuales, cuadruplicando sus ventas externas en la última década y alcanzando los USD 1.152 millones exportados en 2021 (2,1% global).⁶⁴ En síntesis: Corea del Sur es un mercado relevante y además se presenta como un modelo a seguir en lo que hace a políticas productivas y de promoción internacional.

- **Promoción internacional: política de Estado.** El KOFIC (Korean Film Council) tiene una sede en Los Ángeles y Beijing, y la Cancillería fue desplegando una red de festivales y muestras en diversas partes del mundo con el apoyo de sus embajadas (Rud, 2017b).
- **Instrumentos financieros.** Desde principios de siglo la Small & Medium Business Corporation (agencia gubernamental para la promoción de pymes) contribuyó a la financiación de la producción audiovisual, a tal punto que algunas productoras y distribuidoras comenzaron a cotizar en la bolsa local. A ello se sumaron dos herramientas más: el *venture capital* y el *crowdfunding* (Rud, 2017a).
- **Cash rebate: “Location incentive”.** El fondo está destinado a proyectos audiovisuales desarrollados y producidos por una productora extranjera, en los que la inversión extranjera supere el 80% del costo de producción. El reembolso es de hasta el 25% de los costos. Entre los requisitos, se explicita que el solicitante debe presentar datos sobre la proporción de género de los participantes al principio y al final del proyecto.

Uruguay

En los últimos años, Uruguay comenzó a desplegar una estrategia focalizada en la atracción de inversión extranjera directa. Estas acciones son sintomáticas de una disputa global por atraer —aunque no exclusivamente— parte de la inversión en producción que realizan las grandes plataformas VOD. Si bien no debe subestimarse la fragilidad que pueda tener una estrategia hecha “a medida” de las plataformas —las cuales son pensadas como socias, sin ser alcanzadas por las obligaciones que comenzaron a imponer algunos países europeos—, y que además supone una competencia de “suma cero” para los países de la región, en la práctica estas políticas han tenido impacto. Para Argentina representan un desafío competitivo, dado que Uruguay no sólo está atrayendo proyectos que anteriormente se rodaban en territorio argentino, sino que también está llevando personal técnico, artístico, productores e incluso empresas argentinas.

- **Cash rebate: el Programa Uruguay Audiovisual (PUA).** El PUA contempla la devolución de hasta 25% de gastos elegibles. Está destinado a empresas extranjeras que produzcan total o parcialmente en territorio uruguayo en asociación con una empresa local. Los topes varían entre 700.000 y USD 1.000.000 para servicios de producción de largometrajes, cortometrajes, videoclips, animaciones, producciones televisivas y series internacionales, y

⁶⁴ Datos de UNCTAD.

es de USD 300.000 en el caso de producciones publicitarias. Durante 2019-2020 se llevó a cabo una versión piloto, y para 2021 y 2022 el Programa ofreció un apoyo total de hasta USD 7 millones aportados por el Ministerio de Economía y Finanzas. El PUA es un buen ejemplo de coordinación intraestatal, ya que es administrado por la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE) y cuenta con el apoyo de Uruguay XXI (agencia de promoción de exportaciones e inversiones), la Dirección Nacional de Telecomunicaciones (DINATEL, del Ministerio de Industria, Energía y Minería) y el Instituto Nacional del Cine y el Audiovisual del Uruguay (INCAU, del Ministerio de Educación y Cultura).

- IVA cero. Los gastos de producción de proyectos filmados en Uruguay para el exterior están eximidos del pago del IVA (22%). Esta medida representa un complemento significativo al PUA.

Iniciativas de política

En esta sección se revisan las principales iniciativas y programas implementados desde el gobierno nacional en los últimos años (por el Ministerio de Desarrollo Productivo, el Ministerio de Economía, Ministerio de Cultura e INCAA), se presentan una serie de objetivos de desarrollo productivo del sector audiovisual nacional y se concluye con una. Incluye lineamientos de política y proyecciones de impacto en sintonía con los que el Plan Argentina Productiva 2030 se propone a nivel general.

Principales iniciativas vigentes

El Estado nacional dispone de un amplio abanico de instrumentos para promover el sector audiovisual. A continuación se destacan los principales instrumentos -vinculados a la Secretaría de Economía del Conocimiento del Ministerio de Economía y otros organismos nacionales-, muchos de los cuales ya han tenido incidencia en el sector.

- **Nodos de la Economía del Conocimiento:** aporta financiamiento para equipar centros de formación y servicios tecnológicos, proporcionar asistencia técnica o elaborar planes estratégicos. Otorga Aportes No Reembolsables (ANR) por hasta \$20 millones.
- **Programa de Producción Colaborativa de Economía del Conocimiento:** brinda asistencia financiera a proyectos innovadores. Son ANR para adquirir activos fijos e intangibles, gastos de certificaciones, habilitaciones y capacitaciones, por un monto máximo de \$10 millones por empresa o institución y hasta \$24 millones por proyecto. También ofrece subsidios de hasta un 25% de la tasa de interés nominal anual de créditos para la adquisición de bienes de capital, capital de trabajo incremental, y de hasta 6% de la tasa de interés en dólares para la prefinanciación de exportaciones.
- **FONPEC:** en el marco del Fondo Fiduciario para la Promoción de la Economía del Conocimiento existe la posibilidad de instrumentar una política de *cash rebate* para financiar videojuegos, series y películas argentinas. Podría pensarse en una convocatoria similar –incluso complementaria al financiamiento de alguna provincia o ciudad– para atraer grandes rodajes internacionales de producciones para plataformas o apoyar proyectos nacionales del mismo tipo.
- **Programa Fortalecer:** nació con el objetivo de brindar asistencia financiera a mipymes aún no inscriptas en el Régimen de Promoción de la Economía del Conocimiento. La línea de internacionalización apoya la promoción de exportaciones, consultorías en comercio exterior, producción de piezas y pautas publicitarias, equipamiento e infraestructura crítica. El beneficio consiste en un ANR de hasta \$1.200.000, por hasta el 70% del total del proyecto presentado.

- “Potenciar videojuegos”: instrumento que el Estado nacional puso en práctica en 2022, consistente en ANR de hasta \$6.000.000 (con un plus de \$500.000 si incluyen perspectiva de género) para desarrollar proyectos de videojuegos. La duración máxima de ejecución del proyecto es de 12 meses, lo cual permitiría dar un salto en la complejidad de los videojuegos. En noviembre de 2022 se lanzó la segunda etapa, llevando los fondos hasta \$10.000.000 por proyecto.
- “Producir + Audiovisual / Plan Contenidos Argentinos”: en abril de 2021 se presentó una propuesta intraestatal (Ministerio de Desarrollo Productivo, Ministerio de Cultura, Secretaría de Medios y Comunicación Pública y ENACOM) tendiente a consolidar al país como destino competitivo y como exportador de contenidos y servicios. También se anunció la creación del Fideicomiso Contenidos Argentinos para la coproducción de ficción original.
- Reintegro de IVA. A partir de la RG AFIP 2000/2006 y sus modificatorias, en especial la RG AFIP 4467/2019, se agilizó el reintegro de IVA a 60 días para los servicios de exportación, habilitando la posibilidad de hacer presentaciones parciales —a medida que avance la producción— mes a mes.
- Programa “Film+Ar”. La SEC y el Ministerio de Cultura han trabajado en el diseño de una política de incentivos por \$1.600 millones para atraer producciones internacionales. Se trata de un *match rebate*, que se ejecutará vía FONPEC con la administración de BICE Fideicomisos (BFSA), y que está adaptado a las restricciones cambiarias domésticas. El beneficio consiste en un ANR de hasta \$140.000.000 y de hasta un 25% del valor de los gastos elegibles. Busca garantizar financiamiento directo a las productoras nacionales (o radicadas en el país) que tengan un proyecto asegurado con alguna contraparte internacional. Se trata de un *rebate* que reintegra en moneda local a las productoras nacionales para fortalecerlas en las negociaciones con los actores internacionales. Las productoras deberán comprometerse a liquidar un mínimo de USD 100.000 o su equivalente en otras monedas en el Mercado Único y Libre de Cambios, obteniendo una mejor ponderación las coproducciones que puedan acreditar que los derechos y/o la propiedad intelectual son retenidos parcial o totalmente por una empresa argentina. También se incorpora la dimensión federal en los aspectos de evaluación, al obtener mayor puntuación aquellos proyectos que involucren rodajes por fuera del AMBA. Se trata de un *rebate* que invita a la adhesión de los gobiernos subnacionales, generando incentivos acumulativos dependiendo de los destinos de rodaje.
- Fondo de Fomento del INCAA. Países como la Argentina no tendrían una cinematografía propia sin una política de fomento. En ese sentido, el INCAA es fundamental para promover la producción audiovisual (películas, series y contenidos web) con subsidios y créditos. Por su impronta cultural, favorece la experimentación y la diversidad, lo cual permitió el surgimiento de directores y otros especialistas reconocidos a nivel internacional. Si bien la política de fomento ha sido irregular en las últimas décadas -con un plan más o menos adecuado a cada contexto, con mayor o menor presupuesto, con más o menos funciones-, la continuidad de la política ha permitido la emergencia de un volumen relevante de

empresas productoras. Además, el INCAA favorece la exhibición (con los Espacios INCAA que exhiben cine argentino, un canal de TV y la plataforma CineAr Play) y tiene una prestigiosa escuela de cine: la ENERC (Escuela Nacional de Experimentación y Realización Cinematográfica), con sedes en las distintas regiones del país, donde se forman nuevos directores, productores, técnicos, guionistas y otros especialistas. Adicionalmente, impulsa convenios de coproducción y cofinanciamiento con otros países, y apoya la participación de productoras nacionales en el circuito internacional de mercados y festivales. De todo ello se desprende que el INCAA es un agente dinamizador del ecosistema audiovisual nacional, aportando fomento, capacitación, pantallas de exhibición y motorizando la inversión privada y la internacionalización.

Objetivos

El objetivo general consiste en desarrollar el mercado interno, atraer inversiones, incrementar un 50% la cantidad de empresas formales, incrementar en 75% el empleo y alcanzar los USD 800 millones en exportaciones (+178% frente a 2021). Asimismo, se propone como meta la reducción tanto de las brechas territoriales como de género⁶⁵.

En el plano doméstico es esperable no sólo una mayor federalización de la producción sino también de la demanda, dado que las brechas regionales se expresan también como brechas digitales (ancho de banda, acceso a equipamiento y servicios, etc.). El mercado del streaming y de los videojuegos crecerá fundamentalmente por la incorporación de nuevos jugadores y usuarios, la mayoría de los cuales serían extra-AMBA.

En materia de género, se espera una mayor participación de las mujeres en el empleo audiovisual. Se señaló anteriormente que esto es una condición necesaria, no sólo por criterios de justicia social, sino también porque la industria ya está implementando políticas tendientes a aumentar esta participación, sobre todo en los roles clave. Algo similar sucede con la cuestión ambiental. Para coproducir con países europeos, por ejemplo, será necesario contemplar la equidad de género y el cuidado del ambiente. Con arreglo a fines y con arreglo a valores, son tópicos que los países desarrollados establecen como condición.

Lineamientos de política productiva

Hacia 2030, partiendo de las iniciativas hoy existentes en el Ministerio de Economía y otros organismos nacionales y con el horizonte de consolidar a Argentina como centro de producción audiovisual, se recomienda:

⁶⁵ Esta meta está en sintonía con lo establecido en la Ley de Economía del Conocimiento (texto actualizado en 2020, n° 27.506), que dispone "incentivos adicionales" para favorecer la incorporación laboral de mujeres; personas travestís, transexuales y transgénero, y personas residentes en "zonas desfavorables y/o provincias de menor desarrollo relativo".

- Reforzar el programa NODOS con un componente específico orientado a la industria audiovisual para incrementar las capacidades de las empresas, mejorar las condiciones de infraestructura asociada y consolidar la regionalización de la actividad audiovisual. Esta línea ya se encuentra en proceso de diseño y evaluación.
- Apoyar acciones subnacionales para la creación y consolidación de espacios de incubación/aceleración audiovisual por fuera de la región centro del país.
- Implementar un esquema de incentivos de tipo *rebate* (*tax, cash* o *match*), aunque no limitado a reducir costos, sino favoreciendo la transferencia tecnológica y el desarrollo de capacidades. El desafío es aquí estimular al mismo tiempo la llegada de IED como el *upgrading* productivo y la participación de contenidos locales dentro de las plataformas. Esta línea ya está siendo trabajada por las autoridades.
- Trabajar junto al Ministerio de Turismo y Deportes y la Administración de Parques Nacionales para reforzar y consolidar en un esquema que facilite el rodaje de contenidos audiovisuales en parques nacionales de alto potencial escénico –con estrictos controles ambientales–, para promocionar a Argentina como destino de naturaleza en el exterior.
- Implementar un programa que refuerce el acceso a información, consultoría y porte de las productoras audiovisuales locales buscando retener (o al menos participar) en la propiedad intelectual de las producciones locales. Esta iniciativa deberá estar articulada con el MINCYT y reforzada por diferentes regulaciones y condiciones de entorno.
- Consolidar una oferta exportable variada de productos y servicios (desarrollo, producción, postproducción, etc.) y una estrategia de inserción externa articulada entre las áreas de Economía, Cultura y Cancillería a partir de la cual se aumente la presencia en mercados tradicionales y se abran nuevos destinos.
- Fortalecer el INCAA y sus políticas de producción y exhibición, dando continuidad y planificación al Fondo de Fomento. Adicionalmente, sería deseable una mayor tarea de articulación: por un lado, articular sus propuestas de formación (a través de la ENERC) con el dinamismo de la demanda y las transformaciones en el ecosistema audiovisual; por el otro, articular sus políticas de internacionalización con las áreas de Economía, Cultura y Cancillería.
- Crear un programa integral especializado en el segmento videojuegos, tendiente a desarrollarlo como un sector específico. Esto implica necesariamente una iniciativa público-privada que reúna a los desarrolladores, organismos públicos, instituciones de capacitación y también a la comunidad de usuarios (*gamers*).
- Implementar un programa orientado a estimular el financiamiento de la actividad audiovisual vía financiamiento colectivo/crowdfunding, hoy bajo el ámbito regulatorio de la CNV pero sin un esquema de promoción específico.

- Asegurar el financiamiento para la implementación de una política audiovisual integral y robusta, de carácter interministerial, por medio de la regulación de las plataformas. Siguiendo la experiencia internacional, la regulación de estos servicios implica obligaciones financieras, una cuota de catálogo nacional y visibilidad de contenidos nacionales en la experiencia de los usuarios (prominencia). Esto demanda la actualización de la legislación audiovisual vigente.
- Fortalecer el sistema de información estadística ligado al sector audiovisual. Contar con un sistema de información estadístico, desagregado y con indicadores acordes a los nuevos modelos de negocios, así como el estudio en profundidad de cadenas de valor, es necesario para direccionar mejor los programas y las políticas públicas ligados al sector audiovisual, a la vez que es un insumo que permite facilitar la toma de decisiones en el sector privado. Fortalecer tal sistema de información requiere el trabajo coordinado entre áreas con expertise tanto en generación de información (AFIP, INDEC, CEP-XXI, etc.) como en el conocimiento específico del sector audiovisual (SEC, Secretaría de Desarrollo Cultural del Ministerio de Cultura, INCAA, etc.).

PROYECTO 3

DESPLEGAR EL POTENCIAL DE
LA PRODUCCIÓN 4.0 EN EL
TERRITORIO ARGENTINO



Introducción

Diversos analistas encuentran en la última década la confluencia de una nueva generación de “nuevas tecnologías digitales”, que podrían cambiar radicalmente la manera de producir industrialmente, referenciadas usualmente en el concepto de “**industria 4.0**”⁶⁶ (Albrieu *et al.*, 2019; Basco *et al.*, 2018; Rüßmann *et al.*, 2015; Roland Berger, 2016b).

La idea de “industria 4.0” intenta representar la incorporación extensiva de las tecnologías digitales a la producción, mientras “4.0” remite a la presentación de este conjunto de cambios industriales como una “Cuarta Revolución en la Industria”. Esta noción conceptualiza la extensión a la manufactura del siguiente conjunto de “**tecnologías 4.0**”: internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), robótica avanzada y colaborativa; *Big Data*, *Data Science* o *Data Mining*; computación en la nube, inteligencia artificial y aprendizaje automático (*machine learning*, *deep learning*, *neural networks*), manufactura aditiva o impresión 3D, simulación virtual, realidad virtual y realidad aumentada, y otras tecnologías relacionadas, como la integración de los sistemas informáticos (Brixner *et al.*, 2020; Casalet, 2018; Erbes *et al.*, 2019; European Parliament, 2016; McKinsey, 2017; Motta *et al.*, 2019).

En este proyecto referimos al diagnóstico y evaluación de los desafíos que impone el proceso de adopción de un conjunto de tecnologías de carácter transversal en la industria manufacturera. De este modo, desde el punto de vista de los adoptantes/usuarios de las tecnologías 4.0, el diagnóstico no está acotado sectorialmente.

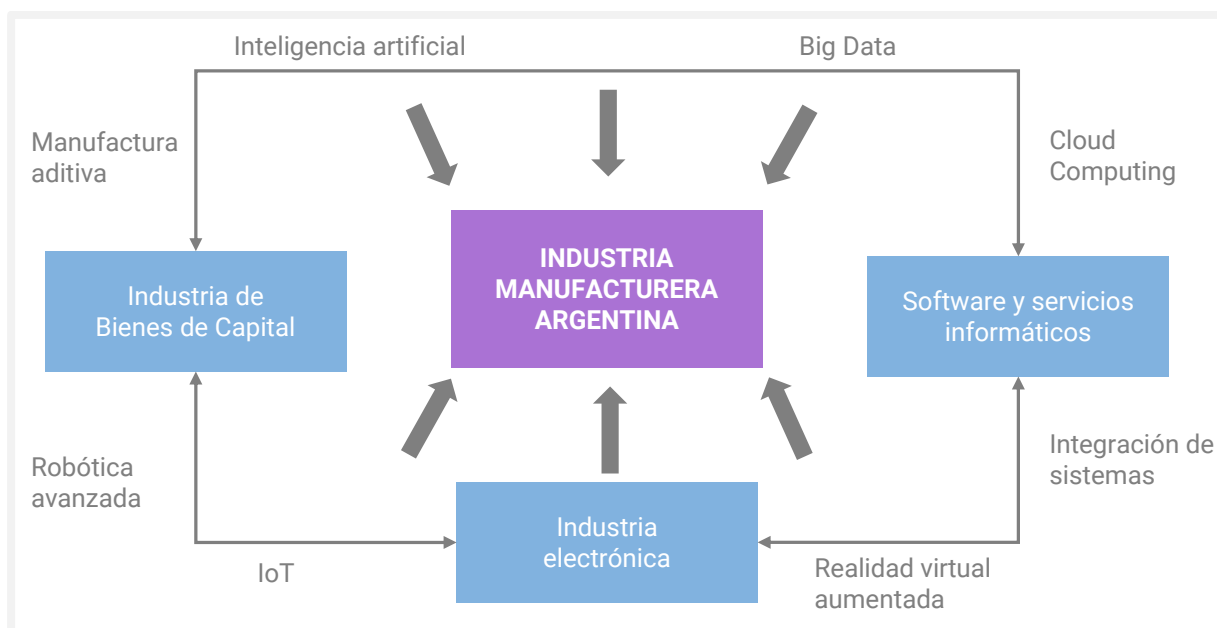
Las distintas clases de tecnologías digitales presentadas en el recuadro 19, que conforman lo que se ha dado en llamar industria 4.0, son provistas básicamente desde tres tipos de sectores: la electrónica (de no consumo), el software y servicios informáticos, y la producción de bienes de capital. Por tanto, desde el punto de vista de los oferentes o proveedores (*providers*) de estas mejoras hacia la manufactura, estaremos concentrados en estos tres sectores,⁶⁷ como ilustra la figura 7.

En la siguiente sección se presentarán algunos elementos que caracterizan el panorama global al respecto y luego el panorama local. Allí se verán dos aspectos: en un primer apartado, en qué medida la producción industrial argentina está digitalizada; y en una segunda parte la dimensión de la provisión local de tecnologías 4.0 que pueda abastecer a la demanda local de soluciones 4.0.

⁶⁶ Diversas denominaciones han emergido para representar una idealización de estas transformaciones en el caso de la planta de una empresa industrial: “smart factory” o “fábrica inteligente”, “manufactura avanzada”, “ciber fábrica” o “industria 4.0”.

⁶⁷ Vale tener en cuenta que al interior de cada uno de estos sectores existe una importante heterogeneidad. Así, dentro del sector de producción de maquinaria, tanto especial, como general, se encontrará tanto un segmento tradicional, como los oferentes de algunos tipos de equipamiento con mejoras 4.0 embebidas (software de IA, electrónica avanzada, sensorización o conectividad, etc.). Del mismo modo, dentro de la electrónica de no consumo, tendremos algún grupo de oferentes soluciones en IoT, automatización, robótica, plataformas M2M, etc., como empresas que ofrecen soluciones de menor sofisticación.

FIGURA 7. PROVEEDORES DE LA INDUSTRIA 4.0



Recuadro 19. Tecnologías 4.0

Internet de las cosas (IoT). Se trata de la incorporación de sensores y conectividad, tanto a maquinaria, como inventarios y a productos finales, para la recopilación de datos y la transmisión de los mismos hacia otros dispositivos y sistemas a través de internet.

Robótica avanzada. Esta mejora se refiere a la introducción de automatización inteligente en equipos de producción, que realizan operaciones a través de sensores de forma “autónoma”.

Big data y data science. Se trata de softwares y algoritmos con inteligencia artificial para el procesamiento y gestión de enormes volúmenes de datos. Son aplicaciones del campo de la Ciencia de Datos, el uso de técnicas de minería de datos y la analítica predictiva. Muchos usos de big data requieren servicios de cómputo de alto desempeño (CAD).

Computación en la nube (cloud computing). Servicio de alojamiento online de todo tipo de información o datos, permitiendo el acceso en tiempo real.

Inteligencia artificial y machine learning. Se refiere a los desarrollos de software capaces de aprender progresivamente mejorando su desempeño.

Manufactura aditiva o impresión 3D. Se trata de una tecnología que permite imprimir objetos físicos en tres dimensiones, a partir de modelos digitales.

Realidad virtual y realidad aumentada. Son softwares que se utilizan a través de diversos dispositivos de visualización y de sentidos (cascos, lentes, guantes, omnis), para generar un entorno virtual particular.

Integración de sistemas informáticos. Es la integración de los sistemas de las áreas o máquinas de una empresa, verticalmente (con proveedores o usuarios) y horizontalmente (con otras empresas colaboradoras del sector).

Diagnóstico a nivel global y local

Panorama global: principales países, empresas e impactos productivos de la digitalización

En este apartado se presentará cuáles son los principales países proveedoras de tecnologías 4.0, así como las principales empresas líderes a lo largo del mundo, y finalmente los impactos en productividad y crecimiento esperados a nivel global de la aplicación de estas tecnologías a la producción. A nivel global, el desarrollo de las tecnologías 4.0 está liderado por los consorcios de empresas internacionales especializadas en la automatización industrial, el hardware y el software, localizándose particularmente en países que cuentan con sofisticados “ecosistemas digitales” (Castillo *et al.*, 2017).

Los tres principales polos exportadores de manufactura avanzada están en Alemania, China y Estados Unidos. En estas experiencias se hallan tres aspectos característicos comunes (Feldman y Girolimo, 2021): 1) una importante intervención estatal en la orientación de recursos, la implementación de marcos regulatorios y de políticas de promoción de la industria 4.0; 2) la interrelación entre diversos actores privados y públicos, tales como grandes empresas, pymes, Centros de Investigación, Universidades y el Estado, en las direcciones tecnológico-productivas establecidas; 3) la existencia de mecanismos de cooperación internacional, incluyendo particularmente la creación de consorcios en áreas de 4.0 entre grandes empresas de alta tecnología, el sector industrial manufacturero, y las instituciones de ciencia y tecnología.

Muchas de las empresas pioneras y líderes en lo que se trata de sistemas de integración y convergencia de tecnologías 4.0 en la manufactura son de origen alemán o estadounidense, en tanto que China es el productor más grande de robots industriales a nivel mundial. De hecho, China cuenta con la mayor cantidad de conexiones máquina a máquina (M2M) del mundo, habiendo superado a Estados Unidos ya desde 2012. Del mercado asiático en IoT, de las 55 millones de conexiones M2M creadas entre 2010 y 2013, unas 39 millones de ellas se ubicaban en China, en tanto que para 2016 daba cuenta de casi cien millones de conexiones M2M celulares⁶⁸ (Casalet, 2018). El crecimiento del segmento de M2M es impulsado por fabricantes como SIMCom (Estados Unidos), y las chinas Huawei, ZTE, Quectel, Fibocom.

En el caso de China son muy importantes las inversiones que grandes empresas tecnológicas como Alibaba, Baidu, Tencent y los proveedores de telecomunicaciones como China Mobile, China Unicom, China Telecom han realizado en la creación de data centers (IDCs). Lenovo ha realizado importantes inversiones para la creación de media centena de proveedores de servicios en la nube.

⁶⁸ Es la conexión “máquina a máquina” utilizando como conectividad una red de datos móvil a través de teléfono celular.

Respecto a los actores empresariales que impulsan esta transformación a nivel internacional, se encuentra una preeminencia de grandes corporaciones tecnológicas y multinacionales manufactureras, así como algunas consultoras globales.

En lo que se refiere a internet de las cosas (IoT) que implica el desarrollo de sensores, redes, codificadores, decodificadores y el software vinculado las firmas líderes son las norteamericanas Cisco, IBM, Intel, Google, Microsoft, Salesforce, Oracle, Qualcomm y Amazon (Feldman y Girolimo, 2021).

En el desarrollo de software y algoritmos de inteligencia artificial las líderes son Amazon, Google, Microsoft, Huawei y Apple. En materia de lo que es *cloud computing*, los tres líderes globales son Amazon (con su plataforma AWS), Google Cloud y Microsoft. Otros actores importantes del segmento de *cloud* son Storage, IBM, Salesforce y la alemana SAP. En el área de computación en la nube para ofrecer infraestructura como servicio, muchos de estas corporaciones colaboran en un proyecto de desarrollo de software de código abierto denominado OpenStack. En el segmento de *big data* los principales actores a nivel global son compañías norteamericanas como IBM, Microsoft, Amazon, Google y HP y la alemana SAP.

Entre los productores globales del área de realidad virtual y realidad aumentada, lo que incluye la producción de *headsets*, los dispositivos específicos para capturar objetos tridimensionales y el software necesario para ello están Apple, Google, Microsoft, 3Dconnexion (Alemania), HTC (Taiwán) y Samsung (Corea del Sur).

Puede apreciarse, de esta manera que muchas de las empresas que están motorizando el desarrollo de la industria 4.0 lideran en los distintos segmentos que la componen de manera coincidente, especialmente en lo que se trata de software y hardware.

En lo que es hardware los líderes globales incluyen a Apple, Samsung, HP, Lenovo (China), Cisco, Panasonic, Sony, LG (Corea del Sur) y Huawei; en semiconductores las firmas INTEL, Samsung, TSMC (Taiwán), Qualcomm (Estados Unidos), Sk Hynix (Corea del Sur), Texas Instruments (Estados Unidos), Broadcom (Estados Unidos), Toshiba (Japón), Micron Technology (Estados Unidos) y Applied Materials (Estados Unidos); mientras que la industria electrónica las principales empresas son Samsung, LG, China Electronic, Boe Technology (China), Au Optronics (Taiwán), Innolux (Taiwán), Japan Display, Sharp (Japón), Byd Co (China) y Delta Electronics (Taiwán).

En lo que es maquinaria y bienes de capital hay varios segmentos a considerar, aunque vale primeramente destacar que los principales fabricantes de lo que son robots autónomos son las japonesas Epson Robots y Yaskawa, Google (Estados Unidos) y Kuka (Alemania). Luego, lo que constituyen las más importantes empresas a nivel internacional en materia de automatización y robótica incluye además a Siemens (Alemania), Panasonic (Japón), Hanwha (Corea del Sur), Sensata Technologies (Estados Unidos), Omron Corp (Japón) y Rockwell Automation (Estados Unidos). A su vez, hay proveedores de maquinaria y bienes de capital que incluyen embebidas soluciones con tecnologías 4.0, tales como el caso de Westfalia

(Estados Unidos) para la industria alimenticia, o Juki (Japón) que provee equipamiento de inspección óptica de placas electrónicas.

Las principales fabricantes a nivel mundial de impresoras 3D con fines industriales son Stratasys (Estados Unidos-Israel) que alcanzaba a 2017 el 25% del mercado mundial, EOS (Alemania) que cubría el 15% del mercado, GE Additive (Estados Unidos) con el 9% del mercado, 3D Systems (Estados Unidos) con el 8% y HP con el 6% (INTI, 2018). Otros actores relevantes del sector son Voxeljet (Alemania), Solidscape (Estados Unidos), LC Printing (Hong Kong) y Machine Factory Limited (Hong Kong).

En el desarrollo de sistemas de integración, esto es, firmas que integran tecnologías operacionales con tecnologías informacionales a través de plataformas digitales, se destaca la consultora global Deloitte y entre los líderes también se incluyen Siemens e IBM (Feldman y Girolimo, 2021).

Luego, la manufactura avanzada también está presente en la propia industria automotriz y aeronáutica. Según Castillo (2017) las principales empresas de manufactura avanzada de la industria automotriz son Toyota, Volkswagen, General Motors, Ford, Fiat Chrysler, SAIC Motor, Daimler, Honda y Nissan; y del segmento de autopartes y equipo automotriz Bosch, Denso, China South, Zf Friedrichshafen (Alemania), Magna (Canadá), Hyundai, Aisin (Japón), y Johnson Controls. Los principales actores de la industria aeronáutica incluyen a Boeing, Airbus, China North, Lockheed Martin, China Aerospace, United Technologies y Northrop Grumman (Estados Unidos).

Recuadro 20. Feria Hannover Messe

La Feria industrial Hannover Messe se trata de la feria más importante de la industria 4.0 a nivel mundial. Se realiza anualmente en Alemania, en la ciudad de Hannover, congregando a cerca de 6.000 presentadores. Allí fue pensado el concepto de industria 4.0 en 2011, que luego se fue expandiendo como concepto. Asimismo ha generado una serie de réplicas en distintos países, como la Hannover Fairs México fundada en 2016, pero también replicada en Estados Unidos y Singapur. En marzo de 2023 está prevista la realización esta la Feria de Transformación Digital 4.0 en Argentina, en Tecnópolis.

De hecho, la propia Airbus forma parte de los principales *shareholders* del Centro Alemán de Investigación de inteligencia artificial (ver sección de Experiencias Internacionales más adelante). Entre el resto de socios del Centro hay consultoras como Accenture, automotrices alemanas como el BMW Group, Volkswagen y Bosch, productores norteamericanos de maquinaria agrícola como John Deere y grandes empresas tecnológicas y de software como SAP, Microsoft, Google, Intel, entre otros.

La mayoría de las empresas que se han mencionado están entre las de mayor inversión en innovación en el mundo. Según el *2021 EU Industrial R&D Investment Scoreboard* en el top del ranking mundial de empresas que más invierten en I+D de aquellas que sus acciones cotizan en la bolsa, se encuentran Google, Microsoft, Samsung, Apple, Facebook, Volkswagen, Intel, Daimler o Bristol-Myers Squibb, por nombrar algunas.

En el panorama internacional se prevé una aceleración de la digitalización de la producción. El impacto de la internet de las cosas estimado en diferentes áreas de la economía ha sido estimado de entre cerca de USD 4 y 11 billones por año hacia el año 2025 (MGI y McKinsey, 2015). Este estudio estimaba para 2025 que la internet de las cosas impactaría en aproximadamente un 30% de las tareas de optimización de equipos y operaciones fabriles, un 5% de la automatización de tareas y seguridad en los hogares, un 11% del comercio minorista, un 24% del funcionamiento de la salud y el transporte público en las ciudades, entre otras áreas. También con el horizonte puesto en 2025, para Alemania se estimó que resultado de la expansión de las tecnologías 4.0, la productividad crecería entre un 5 % y 8% y se crearían hasta 390.000 empleos en una década (Rüßmann *et al.*, 2015). Para Alemania, el Instituto Fraunhofer pronosticó ganancias de productividad y eficiencia en total entre un 10% y 20% para las plantas industriales digitales, una reducción de inventarios entre un 30% y 50% a través de una gestión en tiempo real; así como los costos unitarios de producción y de mantenimiento podrían bajar entre un 10% y un 20% con la introducción de robótica avanzada, automatización de logística en planta y de testeo en tiempo real y la incorporación de sistemas de gestión de tareas de control preventivo (Roland Berger, 2016b).

Además, ha sido previsto que, a través de su impacto en la productividad, estas tecnologías pueden impulsar el crecimiento macroeconómico en diversos países a nivel mundial: se ha estimado una contribución al crecimiento del PIB de Alemania en un 1% anual por una década, que la “transformación digital” en España puede provocar un incremento anual hasta de 2% en su PIB y que el impacto en el aumento del VAB industrial de Europa puede crecer en 120.000 millones de euros hacia 2025 (Rüßmann *et al.*, 2015; McKinsey, 2017; Roland Berger, 2016b).

Panorama local: el grado de difusión de las tecnologías 4.0 en la industria manufacturera argentina, características de la oferta de proveedores e instituciones relevantes

Producción 4.0 para Argentina: ¿cuán digitalizada está la industria manufacturera argentina?

Hasta el momento el grado de aplicación de las nuevas tecnologías digitales en los procesos productivos de las empresas es muy bajo, señalando una limitada extensión de la difusión de las tecnologías 4.0 en la industria manufacturera argentina. Además, mientras a nivel internacional algunas grandes empresas lideran este proceso de difusión, entre las pymes la situación es muy diferente, con un nivel de adopción notoriamente inferior (ADEI, 2016; Albrieu *et al.*, 2019; Basco *et al.*, 2018; CEPAL, 2019; European Parliament, 2016; McKinsey, 2017; Motta *et al.*, 2019; Roland Berger, 2016b).

En un trabajo conjunto, la UIA, CIPPEC y BID-INTAL realizaron un relevamiento a más de 290 empresas del sector industrial de Argentina (incluyendo la rama alimenticia, la metalmecánica y la siderurgia, automotriz, maquinaria agrícola, industria textil y biofarmacéutica) encontrando que ninguna empresa de su muestra es “completamente 4.0” en la industria nacional (Albrieu

et al., 2019). Menos del 10% de la muestra de estudio cuenta con nuevas tecnologías digitales en alguna área funcional, apenas el 6% las aplica en solo un área funcional, mientras solo el 3% de ellas las había incorporado en entre 2 y 3 áreas funcionales. De hecho, pese a la baja difusión, más del 60% de las empresas de la muestra no estaba ni evaluando ni tomando ninguna acción para ser “4.0” y apenas el 6% de ellas estaba emprendiendo alguna acción en tal sentido.

Recuadro 21. Alladio. El desarrollo nacional del lavarropas inteligente Drean Next

José M. Alladio e Hijos (fabricante de lavarropas marca Drean), ha sido uno de los traccionadores para los proveedores de tecnologías 4.0 en la región. Desde 2012 tiene internalizada la impresión digital, contando con 2 impresoras 3D industriales para la fabricación de prototipos. Pero además ha incorporado conectividad e IoT en sus productos finales, aunando esfuerzos de empresas locales para la implementación de tal desarrollo.

Por su parte, las grandes empresas manufactureras han obrado como traccionadores de un conjunto de proveedores locales de 4.0. Los casos de incorporación exitosa de nuevas tecnologías digitales en grandes empresas industriales locales han comenzado en los últimos años a documentarse en la literatura (Basco *et al.*, 2018), y resultan ilustrativos sobre el rol traccionador. Tales son la experiencia de Sintoplast, una empresa nacional grande dedicada a la producción de pinturas en tres plantas en Argentina, que ha invertido en automatización del almacenamiento de stock y el desarrollo de un sistema de optimización de recorridos de distribución, así como una serie de mejoras 4.0 complementarias. Otro es el caso de Tenaris, que forma parte de una gran corporación globalizada de origen nacional, especializada en el segmento siderúrgico. Esta empresa tiene internalizada la actividad de impresión digital para la elaboración de prototipos de conexiones, protectores y calibres de medición de roscas; aplica tecnología de sensores y analítica de video para la ubicación de activos y personal; cuenta con chatbots implementados para consultas de recursos humanos y ha incorporado soluciones de big data e inteligencia artificial para la predicción de fallas de equipos y del consumo energético, entre otras incorporaciones de nuevas tecnologías digitales de alto nivel (Basco *et al.*, 2018). Asimismo, subsidiarias locales de multinacionales extranjeras han avanzado fuertemente en la incorporación de nuevas tecnologías digitales, como es el caso de Volkswagen, que cuenta con impresión 3D internalizada para la fabricación de utilidades, o de Toyota que cuenta con implementaciones de realidad aumentada. Asimismo, recientemente Ford Argentina lleva adelante actualmente un plan de inversiones en la línea de producción de la pick up Ranger que incorpora sistemas hiperconectados de monitoreo con aplicaciones de *data science* para la trazabilidad de operaciones en tiempo real y la gestión inteligente de los recursos.

Un caso ilustrativo sobre las aplicaciones de la realidad virtual en la manufactura se refleja en la experiencia de una gran empresa que es la de Petroquímica Río Tercero, dedicada a la fabricación de insumos químicos industriales. En 2014 inició la instalación de 6 estaciones de realidad virtual para capacitación a su personal en higiene y seguridad, que fue implementado por un proveedor local de desarrollo de software. Conforman una escuela de capacitación interna donde todo tipo de personal (operarios, transportistas, gerentes, contratista) recibe

capacitación, primeramente de inducción, y luego sobre su puesto y función específica. Ello demandó una inversión específica, donde el hardware (casco virtuales, guantes y fajas con sensores, omnis, etc.) de cada estación tuvo un costo de alrededor de unos USD 50.000, más el costo de las horas de desarrollo del software de realidad virtual.

De esta manera, en síntesis, la información disponible muestra una difusión baja de las tecnologías 4.0 en la manufactura argentina, con algunos casos ilustrativos de grandes empresas como traccionadoras. Esto refuerza la importancia de la extensión de medidas que profundicen el proceso de *upgrading* tecnológico en la industria local. En la subsección siguiente se evaluará la dimensión de la oferta local de estas tecnologías, a modo de poder evaluar la potencialidad de llevar adelante este proceso a través de productores y trabajadores locales.

Producción 4.0 por Argentina: la dimensión de provisión local potencial de tecnologías 4.0

Las tres ramas productivas que potencialmente pueden incluir a oferentes de tecnologías 4.0 son el sector del software, la industria electrónica y la producción de bienes de capital como maquinarias.⁶⁹ El cuadro a continuación muestra para estos segmentos la cantidad de empresas, el nivel de empleo de empleo y el porcentaje de trabajadoras en promedio para 2021.

CUADRO 8. CANTIDAD DE EMPRESAS Y EMPLEO. SECTORES POTENCIALMENTE PROVEEDORES DE TECNOLOGÍAS 4.0. PROMEDIO 2021

CLAE	Cantidad de empresas	Puestos de trabajo	Porcentaje de mujeres	
Industria del software y servicios informáticos				
620	Servicios de programación y consultoría informática y actividades conexas	5.666	125.134	32%
631	Procesamiento de datos, hospedaje y actividades conexas, portales web	332	7.410	39%
Industria electrónica				
261	Fabricación de componentes electrónicos	67	584	26%
262	Fabricación de equipos y productos informáticos	141	3.040	23%
263	Fabricación de equipos de comunicaciones y transmisores de radio y televisión	51	3.410	44%

Continúa.

⁶⁹ La industria de bienes de capital en sentido amplio incluye a varios de los CLAE también contabilizados en la industria electrónica y también en la metalmecánica (como, por ejemplo, los productos metálicos para uso estructural).

Continuación.

CLAE	Cantidad de empresas	Puestos de trabajo	Porcentaje de mujeres	
Industria electrónica				
265	Fabricación de aparatos e instrumentos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines, excepto instrumentos de óptica	234	3.145	19%
266	Fabricación de equipo médico y quirúrgico y de aparatos ortopédicos	277	4.609	30%
267	Fabricación de instrumentos de óptica y equipo fotográfico	68	1.223	32%
268	Fabricación de soportes ópticos y magnéticos (incluye cd, disquetes, cintas magnéticas, tarjetas magnetizadas, etc.)	5	48	30%
Maquinarias y equipos				
281	Fabricación de maquinaria y equipo de uso general	833	20.009	12%
282	Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial	1.763	33.410	10%
Total industria manufacturera		51.174	1.160.804	18%

Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

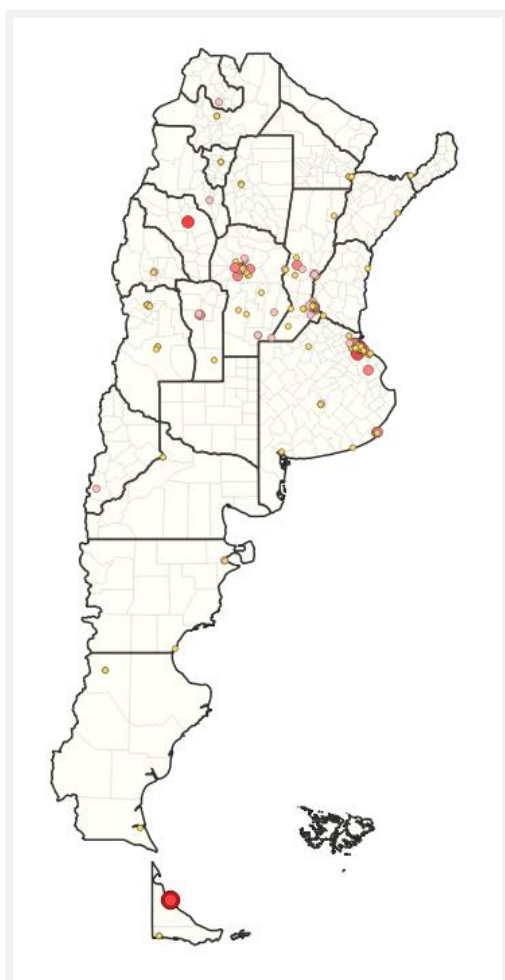
En lo que es oferta de nuevas tecnologías digitales “blandas” (software de inteligencia artificial y de *machine learning*, *data science*, computación en la nube), la disposición de un amplio sector de software en Argentina en general hace a una cobertura muy importante. El sector de software y servicios informáticos contaba para 2021 con 6.000 empresas y con un personal ocupado cercano a 132.000 trabajadores formales. Como fuera analizado en el diagnóstico, la tasa de feminización del sector viene subiendo desde 2017, y actualmente se encuentra en un 32%.

El sector nacional cuenta con la presencia de filiales de los principales líderes tecnológicos extranjeros, y un amplio abanico de pymes nacionales que en la actualidad dan cuenta del 52% del empleo del sector. Como fuera mencionado en el capítulo de SSI, a nivel regional, la actividad está fuertemente concentrada en el AMBA (más del 70% del empleo), con Córdoba, Santa Fe y Mendoza como las provincias más relevantes fuera de la región metropolitana. En los últimos años y particularmente por el impulso al trabajo remoto derivado de la pandemia, han comenzado a ganar peso dentro del total los asalariados registrados residentes fuera del AMBA.

La disponibilidad de recursos humanos en áreas informáticas tiene un rol crucial. Argentina cuenta con un extendido sistema universitario y una amplia oferta en formación de grado y postgrado en ciencias informáticas. Funcionan en el país más de 40 universidades e institutos universitarios que otorgan títulos en ciencias informáticas, con una población estudiantil de

grado de más de 121.000 alumnos y un ritmo de 3.100 graduados por año (SPU, 2019). Con todo, la tasa de requerimientos de mano de obra supera a la tasa de graduación: según previsiones de la CESSI, se estimaba para 2020 un incremento de su demanda laboral para el sector del software en 16.000 puestos de trabajo al año, con una tasa de rotación que ronda el 30% de la planta de las empresas en promedio (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2021).

**MAPA 4. UBICACIÓN
GEORREFERENCIADA DE
ESTABLECIMIENTOS PRODUCTIVOS
DE MÁS DE 5 PUESTOS DE TRABAJO
DE ELECTRÓNICA PROFESIONAL, 2021**



Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI y Ministerio de Trabajo. Se tomaron los CLAE empezados con 26 excepto el 264. El CLAE 263 incorpora algunas empresas de electrónica de consumo, pero se lo incluyó dado que también contiene empresas de electrónica profesional. El tamaño de las burbujas muestra el tamaño del establecimiento productivo.

La industria electrónica, por su parte, se muestra más débil que la del software. En rubros de electrónica profesional (que se diferencia de la de consumo) existen unas 800 empresas, localizadas mayormente en el AMBA, Córdoba y Santa Fe. En el cuadro previo puede apreciarse que para el año 2021, las 843 empresas del rubro electrónica (excluyendo la producción de productos de consumo final de radio y TV, CLAE 264) generaron unos 16.000 puestos de trabajo asalariados formales, con un porcentaje de mujeres trabajadoras del 29% (aproximadamente 4.700 mujeres).

En la actualidad, los rubros más importantes de la oferta de electrónica profesional de producción local en Argentina son: sistemas de electrónica automotriz; equipos de telecomunicaciones; básculas y balanzas de uso industrial, celdas de carga; sistemas de medición y control de surtidores de GNC; instrumentos de medición; sistemas para control destinados al transporte; sistemas para maquinaria agrícola; fabricación de equipos de electro-medicina; comercio y servicios (cajas registradoras, sistemas POS, terminales de autoatención bancaria, cajeros automáticos, tarifadores varios, etc.); juegos de azar electrónicos; y desarrollos de ingeniería. De estos rubros los dos primeros (electrónica automotriz y equipo de telecomunicaciones) se hallan radicados principalmente en el Área Aduanera Especial de Tierra del Fuego, mientras que el resto se distribuye en el territorio continental (en su mayoría en el AMBA, Córdoba y Santa Fe, y en muy menor medida en otros puntos como San Luis, Rosario y Mar del Plata).

Recuadro 22. El empleo en electrónica profesional en foco

De acuerdo a información de la Encuesta Permanente de Hogares del INDEC, el empleo en electrónica profesional es de nivel educativo relativamente elevado (77% con al menos secundario completo), por encima de la media industrial (57%) pero por debajo de ramas como SSI y audiovisual en donde supera el 90%.

El 96% del empleo es de calificación media o alta. El 51% es de calificación operativa, el 37% técnica, el 8% profesional y solo un 4% no calificado. Este mayor nivel educativo y de calificación inciden en ingresos laborales superiores a la media de la economía y de la industria, y determinan una tasa de pobreza del 12% en el período 2016-2022, 12 puntos por debajo del promedio de la economía.

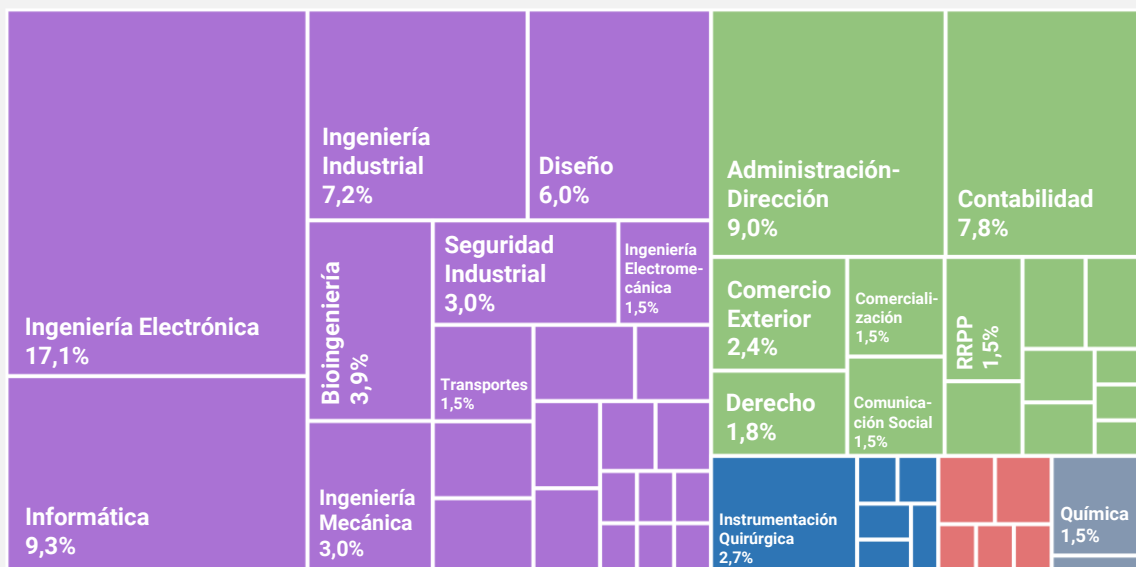
El 59% del empleo es asalariado registrado, con un considerable peso del empleo independiente (24%) y asalariado informal (17%). Proyectando estas tasas sobre la cantidad de asalariados formales (16.000) puede estimarse el empleo total en alrededor de 27.000 puestos.

Respecto a las carreras universitarias en las empresas de electrónica profesional, sobresalen las ciencias aplicadas, con un 62% del total. En particular, sobresalen distintos tipos de ingenierías como la electrónica (17%), industrial (7%), bioingeniería (4%) o mecánica (3%), además de carreras como informática (9%) y diseño (6%, principalmente gráfico e industrial). Dentro de las ciencias sociales, destacan carreras ligadas a administración de empresas (9%) y contabilidad (8%).

El 83% de los graduados recientes que trabajan en el sector proviene de universidades públicas, destacando la UTN (20%), la Universidad Nacional de Córdoba (13%), la Universidad de Buenos Aires (11%) y la Universidad Nacional de Rosario (9%).

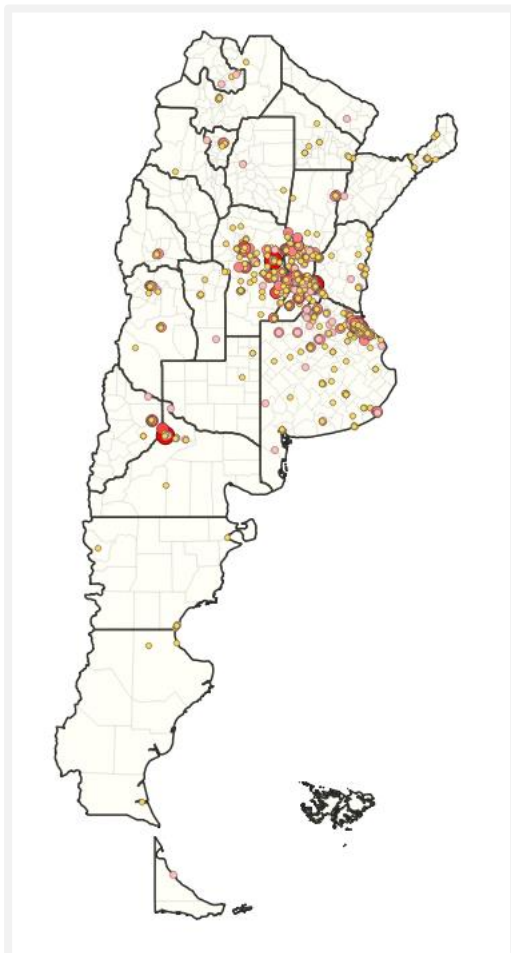
GRÁFICO 50. CARRERAS UNIVERSITARIAS ASOCIADAS A LA ELECTRÓNICA PROFESIONAL

Ciencias Aplicadas | Ciencias Sociales | Ciencias Humanas | Ciencias de la Salud | Ciencias Básicas



Fuente: elaboración propia con base en el Sistema Araucano de la Secretaría de Políticas Universitarias y el SIPA. Los datos corresponden a personas graduadas en 2016-2018 que tuvieron empleo asalariado formal en servicios audiovisuales en mayo de 2022.

MAPA 5. UBICACIÓN GEORREFERENCIADA DE ESTABLECIMIENTOS PRODUCTIVOS DE MÁS DE 5 PUESTOS DE TRABAJO DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS, 2021



Fuente: elaboración propia con base en CEP-XXI y Ministerio de Trabajo. El tamaño de las burbujas muestra el tamaño del establecimiento productivo.

cojinetes y engranajes y Buenos Aires en tanto explica más del 50% del empleo en compresores, grifos y válvulas, bombas, hornos, maquinaria metalúrgica, maquinaria para la industria papelera y gráfica, maquinarias y equipos de oficina no informáticos, y maquinarias de uso especial diversas. Por fuera de estas tres provincias, se ubican CABA (9% del empleo, muchas veces ligado a sedes administrativas de empresas fabricantes), Neuquén (3%, principalmente ligado a la industria petrolera) y Mendoza (2%). San Juan en tanto es la tercera provincia más relevante en maquinarias para la minería.

La industria de maquinarias y equipos incluye lo que es la producción para uso general (como bombas, equipo de elevación, maquinaria de oficina), para uso especial (como maquinaria agrícola, máquinas herramientas, maquinaria metalúrgica, maquinaria para petróleo y minería, para la industria alimenticia y textil, etc.) y de tornería y matricería. Esta industria representaba en 2021 unas 2.600 empresas, y un nivel de empleo de cerca de 53.000 trabajadores. La tasa de feminización de la fuerza laboral es la más baja de estos tres grupos de proveedores: entre el 10% y el 12% del empleo del sector es femenino, por debajo incluso de la media para toda la industria manufacturera formal (18%).

La distribución regional de la producción de maquinarias y equipos se concentra mayormente en las provincias de Buenos Aires (38% del empleo formal), Santa Fe (25%) y Córdoba (17%), que sumadas explican el 70% del empleo nacional y el 75% de los establecimientos productivos. No obstante, la importancia relativa de las provincias varía según el subsegmento del que se trate. Por ejemplo, la producción de maquinaria agrícola se realiza mayoritariamente en Santa Fe y Córdoba, que conjuntamente explican el 80% del empleo⁷⁰ y el 77% de la producción (CAFMA, 2020). Córdoba sobresale con más del 50% del empleo en maquinarias para la industria textil, Santa Fe destaca con más del 50% del empleo en segmentos como motores y turbinas,

⁷⁰ Dato del CEP-XXI.

Recuadro 23. El empleo en la industria de maquinarias y equipos en foco

De acuerdo a información de la Encuesta de Hogares Ampliada del INDEC, el empleo en maquinarias es de nivel educativo relativamente elevado y similar al de electrónica profesional (77% con al menos secundario completo), superior al promedio industrial pero inferior al de SBC como software y audiovisual.

Casi la totalidad del empleo es de calificación media o alta, aunque con un mayor peso de calificación operativa que en electrónica profesional (74% contra 51%) y una menor participación de calificación técnica (17% contra 37%).

El empleo en el sector es altamente formal (90% asalariados registrados), con solo un 7% de empleo independiente y un 3% de empleo asalariado informal. Estas cifras son superiores a los de otros sectores estudiados en esta Misión como SSI, audiovisual y electrónica profesional, donde hay en general mayor cuentapropismo.

En 2021, los salarios formales brutos en el sector de maquinarias fueron de \$103.965 promedio, apenas 2% mayores a la media del sector privado registrado. Si bien los salarios formales son similares a la media del sector formal, la muy alta formalidad explica que al comparar contra el conjunto de la población ocupada –esto es, incluyendo informales y no asalariados– el sector salga bien posicionado, con ingresos laborales 46% mayores al promedio de la economía. Ello explica por qué la tasa de pobreza, que fue del 12% en promedio en 2016-2021, es considerablemente menor que el promedio de la economía (24% en el mismo período).

El perfil de las carreras universitarias en las empresas fabricantes de maquinarias y equipos se parece al de electrónica profesional en cuanto a la gran primacía de las ciencias aplicadas (67%) y en particular las ingenierías. Ahora bien, a nivel desagregado se observan diferencias relevantes. Las ingenierías más relevantes son mecánica (20%), industrial (11%), gerencial (5%), electromecánica (4%), electrónica (3%) y química (3%). Diseño (5%) también es relevante, particularmente en diseño industrial. Dentro de las ciencias sociales, contabilidad (14%) y administración de empresas (6%) son las dos carreras más relevantes.

El 89% de los graduados que trabajan en maquinaria y equipo viene de universidades públicas, destacándose la Universidad Nacional de Rosario (25%) y la Universidad Tecnológica Nacional (24%). Mucho más atrás aparecen la Universidad de Buenos Aires (8%) y la de Córdoba (6%).

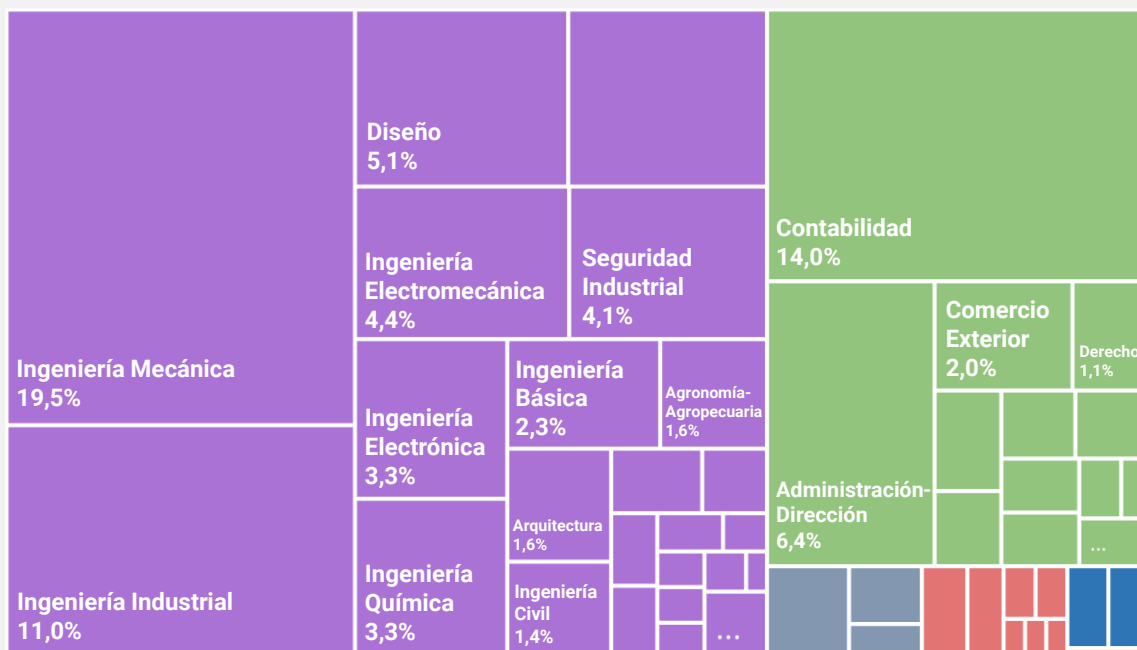
Al igual que lo que ocurre en otros sectores productivos, la participación femenina es baja en las ciencias aplicadas y alta en ciencias sociales. En efecto, y a pesar de la muy baja feminización del sector de maquinarias, las mujeres son mayoría en contabilidad (72%) y comercio exterior (56%). En contraste, en ingeniería mecánica, la carrera más relevante para el sector, apenas el 3% de los graduados que trabajan en el sector son mujeres.

Continúa.

Continuación.

GRÁFICO 51. CARRERAS UNIVERSITARIAS ASOCIADAS A LA FABRICACIÓN DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

Ciencias Aplicadas | Ciencias Sociales | Ciencias Humanas | Ciencias de la Salud | Ciencias Básicas



Fuente: elaboración propia con base en el Sistema Araucano de la Secretaría de Políticas Universitarias y el SIPA. Los datos corresponden a personas graduadas en 2016-2018 que tuvieron empleo asalariado formal en servicios audiovisuales en mayo de 2022.

Cada una de estas ramas de proveedores cuenta con su propia cadena de valor, pero especialmente sus subsegmentos. Dentro de los mismos, los proveedores de 4.0 son un nicho particular de oferentes, y por ello cobra relevancia caracterizarlos como tal. Por lo tanto, cobra relevancia identificar la dimensión y características de la oferta local de nuevas tecnologías digitales en particular.

Hasta aquí hemos plasmado la dimensión de los sectores *potencialmente* proveedores de tecnologías digitales (software, electrónica y maquinaria). Al abordar dentro de ella a los proveedores que *efectivamente* ofrecen tecnologías 4.0 se encuentra que la **oferta local de nuevas tecnologías digitales** es diversa y relativamente amplia (Erbes *et al.*, 2019; Fernández Franco *et al.*, 2022; Motta *et al.*, 2019). Todos los segmentos cuentan con oferentes con capacidades y condiciones para asegurar una provisión de este tipo de tecnologías: desde las implementaciones que demandan mayor inversión de capital, como la provisión de robótica avanzada, sensores e internet de las cosas o realidad virtual y aumentada, como aquellas de tipo más blando, que involucran desarrollo de sistemas de software para la conectividad, del tratamiento de grandes datos (*big data* y *machine learning*) como de inteligencia artificial.

Se estima que en 2021 hubo más de 350 empresas proveedoras de bienes y servicios de la industria 4.0 (Fernández Franco *et al.*, 2022). Dentro de esta base elaborada para el Ministerio de Desarrollo Productivo, se identificó una red de más de 150 empresas con fuertes competencias en la provisión de las tecnologías de la industria 4.0. Al caracterizar esta red se verifica una gran centralidad del sector del software, una importante comunidad asociada a la automatización industrial (con hardware, ingeniería, diseño mecánico, y robótica), un segmento abocado a la internet de las cosas y sensorización y una pequeña comunidad de visión computacional. Dentro de la oferta local de tecnologías 4.0 pueden deber distinguirse dos clases de actores (Fernández Franco *et al.*, 2022):

- 1. Las empresas extranjeras que operan localmente**, usualmente con representación comercial en el país para ofrecer productos para la transformación digital, equipamiento con sistemas embebidos o soluciones integrales, desde sus respectivas casas matrices. Su foco es el segmento de grandes clientes, pues ofrecen soluciones de elevado costo, aunque ofrecen asimismo productos y servicios para que ser adaptados por integradores locales (por ej.: brazos robóticos, algoritmos de inteligencia artificial, *machine learning*, etc.).
- 2. Los proveedores domésticos de productos y servicios de tecnologías 4.0**, que ofrecen soluciones de carácter adaptativo. Este segmento atiende tanto a grandes, como a pequeños y medianos usuarios, y dentro de él cabe distinguir 5 grupos de empresas:
 - **Empresas integradoras y de automatización.** Son firmas que operan en vinculación con proveedores globales, realizando las tareas de ingeniería y desarrollo para la adaptación e instalación de soluciones importadas, con una oferta de servicios altamente diversa y flexible.
 - **Empresas de automatización con soluciones adaptativas.** Se trata de firmas que realizan las tareas de integración de manera adaptativa, en lugar de realizar integraciones de soluciones importadas. Su oferta permite realizar adaptaciones graduales en los clientes, lo que les permite atender más ampliamente a las pymes, con soluciones de menor costo.
 - **Empresas proveedoras de IoT.** Son firmas que ofrecen soluciones de sensorización y la aplicación de sistemas para la recolección y almacenamiento de datos, así como procesamiento de la información para la toma de decisiones.
 - **Empresas de electrónica local.** Se trata de productores de electrónica vinculada a la IoT, pero que ofrecen una gama de dispositivos con potencial de integrarse a diversas soluciones, más que orientados a un uso específico, diseñando hardware que se manufactura en fabricantes locales o globales. Se trata de un tipo de oferta que requiere a integradores para la comercialización de sus productos.
 - **Empresas de software y soluciones digitales.** Se trata de las firmas desarrolladoras de soluciones informáticas de aplicación 4.0: software para recopilación de datos, servicios en la nube, sistemas de big data y de predictibilidad, inteligencia artificial, integración de sistemas, etc. Este grupo ocupa un lugar central dentro de la gama de proveedores de tecnologías 4.0, aunque es relevante orientar su oferta hacia la industria manufacturera local.

En contrapartida a este panorama, las indagaciones previas tienden a apuntar a que la demanda de tecnologías 4.0 de parte de las pymes industriales nacionales es reducida. Las principales demandantes de este segmento de proveedores 4.0 tienden a ser del extranjero (exportaciones), grandes empresas (algunas multinacionales) o concentradas en segmentos de empresas de servicios. De hecho, muchos de estos grandes clientes han operado como traccionadores, hasta cierto punto, de la demanda de los proveedores locales de este tipo de tecnologías y sus servicios asociados.

Los oferentes tienen a concentrar su núcleo de negocios alrededor de la demanda de este tipo de clientes, empresas del extranjero y, asimismo, se visualiza una alta aplicación de estas tecnologías como soluciones a problemas sociales. Tal es el caso del segmento de impresión digital 3D que, si bien cuenta con demandas desde el sector industrial para la provisión de algunos modelos de diseño prototipos y utilidades, se desempeñan ampliamente en lo que es el ofrecimiento de cursos y capacitaciones para la aplicación de impresión 3D a nivel educativo y formación. Asimismo, algunos de los proveedores en materia de robótica se han abocado al área educativa. De hecho, la interacción del desarrollo de robótica con la impresión aditiva es importante, dado que permite la producción de piezas en los armados de autómatas totalmente personalizadas a medida, que muchas veces son inexistentes en el mercado.

En lo que es demanda desde el sector productivo nacional, traccionado por la demanda de grandes clientes industriales, hay proveedores con implementaciones exitosas en capacitación con realidad virtual a nivel industrial en seguridad e higiene, con desarrollos de aplicaciones de realidad aumentada para tareas de mantenimiento de equipos, y de realidad virtual para capacitación en actividades de *retail* y comercialización de grandes clientes nacionales y extranjeros. Este tipo de soluciones no son asequibles para el segmento pyme. Otro tipo de oferentes de realidad aumentada para la industria proveen fundamentalmente a subsidiarias de multinacionales que operan en el país, tales como Toyota, Fiat o CLASS, o para educación superior a distancia. Luego, el grueso de las soluciones se vende a clientes en el extranjero, como herramientas de publicidad inmersiva en bienes y servicios de lujo, renderización 3D para actividades de arquitectura y construcción doméstica, venta inmobiliaria o comercio electrónico de muebles.

Otras instituciones relevantes

Como actores relevantes para la difusión de las tecnologías 4.0 en la industria manufacturera cabe destacar e identificar el rol de las cámaras empresariales de los sectores proveedores de estas tecnologías, la extensión a nivel regional de una serie de centros tecnológicos, la cobertura estructural del INTI y la infraestructura para la provisión de servicios de cómputo de alto rendimiento.

Respecto de las organizaciones empresariales, en el caso del sector del software las instituciones más relevantes son la Cámara de la Industria Argentina del Software de Argentina (CESSI) y los polos tecnológicos regionales o provinciales. Éstos conforman la Red Federal de Polos y Clusters TIC con la que se relaciona la CESSI, y dentro de la cual destacan

como consolidadas asociaciones tales como el Polo IT Buenos Aires, el Cluster Technology Cordoba y el Polo Tecnológico Rosario (Motta *et al.*, 2017).

La principal institución empresarial del sector de la electrónica es la Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL) que participa en varias de las iniciativas en 4.0 del Ministerio de Desarrollo Productivo (ver, por ejemplo, INDTech), y se destaca a nivel regional el accionar de la Cámara de Industrias Informáticas, Electrónicas y de Comunicaciones del Centro de Argentina⁷¹ (CIIECCA), que cuenta con comisiones de trabajo abocadas a IoT y cuenta con un centro de equipamiento de uso compartido para pymes (Centro SMT), para la producción de placas electrónicas con robótica de soldadura e inspección óptica automatizada.

Otras organizaciones empresariales del sector de la electrónica profesional son la Cámara Argentina de Máquinas de Oficina, Comerciales y Afines (CAMOCA) que agrupa la producción de equipo informático; la Cámara Argentina de Proveedores y Fabricantes de Equipos de Radiodifusión (CAPER) que concentra empresas fabricantes (y también a importadores-integradores) de equipamiento profesional para la industria audiovisual; y la Cámara Argentina de Seguridad Electrónica (CASEL), que reúne empresas dedicadas a la fabricación, distribución, integración e instalación de productos de seguridad electrónica.

En el caso de la industria de maquinarias y equipos, las organizaciones empresariales relevantes componen un grupo heterogéneo de subsegmentos. La Cámara de Fabricantes de Máquinas y Equipos para la Industria (CAFMEI) y la Asociación Argentina de Fabricantes de Máquinas-Herramienta y Tecnologías de Manufactura (AAFMHA) agrupan cada una a unos 60 fabricantes de bienes de capital, sus partes y componentes. Los fabricantes de matrices se concentran en la Cámara Argentina de Matrices y Moldes (CAMYM), que cuenta con Centro Tecnológico propio (CETEMYM) en General Pacheco. En lo que se refiere de proveedores de plantas completas y bienes de capital en obras de ingeniería, más de 80 empresas se concentran en la Cámara de Industriales de Proyectos e Ingeniería de Bienes de Capital de la República Argentina (CIPIBIC). Por su parte, los fabricantes de maquinaria agrícola se concentran en la Cámara Argentina de Fabricantes de Maquinaria Agrícola (CAFMA), con más de 150 asociados. Por su parte, la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA) se trata de una asociación que nuclea a unas 60 cámaras sectoriales y regionales relacionadas a la actividad metalúrgica de la industria argentina, representando a más de 20.000 empresas del sector.

⁷¹ En 2020 la CIIECCA y AFAMAC (Asociación de Fabricantes de Maquinaria Agrícola y Agrocomponentes de Córdoba) lanzaron con financiamiento de la ADEC el programa MA.TE 4.0 (Maquinaria Agrícola + Tecnología 4.0) para la incorporación de electrónica avanzada en la oferta de bienes de capital agrícola.

A nivel nacional funciona desde 2015 la Cámara Argentina de Impresión 3D y fabricaciones digitales (Camar3D), donde confluyen más de 30 proveedores tanto de servicios de impresión digital como de equipos de impresión 3D. Ello incluye tanto a productores locales como distribuidores extranjeros de estas tecnologías. El INTI ha identificado a nivel nacional cerca de 190 actores nacionales vinculados a las tecnologías de impresión 3D operando en 16 provincias, de los cuales casi 60 se dedican a la provisión de equipos y de insumos y 130 son prestadores de servicios (INTI, 2017). Existen además algunos centros tecnológicos (como el Centro de Servicios Industriales de ADIMRA o el CTDA de la CIMCC) que cuentan con equipos de impresión industrial de altas prestaciones para uso compartido (INTI, 2018). Dentro del INTI Rafaela funciona el Centro Tecnológico de Manufactura e Industria Digital de Rafaela (CenTec Rafaela), el cual dispone de una oferta integral de impresión 3D de alta prestación para la impresión de polímeros y de metales (aceros y aluminio), siendo el único centro en el país que dispone esta tecnología.

Por otro lado, pueden identificarse 21 centros tecnológicos que funcionan a nivel nacional proveyendo asesorías y servicios tecnológicos a empresas industriales, en su mayoría como dependencias de organizaciones empresariales. De estos, diez centros tecnológicos brindan servicios en tecnologías 4.0, como se detalla en el cuadro 9. Siete de ellos ofrecen servicios de manufactura aditiva e impresión 3D, cinco brindan servicios en lo que son tecnologías de realidad virtual y aumentada, y dos en materia de robótica avanzada o colaborativa. El resto de otras tecnologías 4.0 (*big data*, servicios *cloud*, integración de sistemas) no tiene cobertura por este grupo de actores.

Del total de centros tecnológicos, unos 18 forman parte de la Red CEN-TEC y unos 9 forman parte de la Red ADIMRA. La Red CEN-TEC es un espacio coordinado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación en conjunto con la Agencia I+D+i, para la articulación y potenciación de las actividades realizadas por los centros de servicios tecnológicos de Argentina. Por su parte, la Red ADIMRA es la entidad federal que brinda representación a las empresas de la industria metalúrgica nacional. Con esa finalidad presta múltiples servicios y soluciones para las empresas del sector tanto de asesoramiento, de servicios tecnológicos y de formación.

Además, algunos de estos centros tecnológicos (tres de ellos) constituyen Unidades de Transformación Digital (UTD) (ver sección siguiente). Uno de los Centros Tecnológicos que son UTD es dependiente de la Unión Industrial Argentina (UIA). De hecho, la UIA representa un actor del sector con una "Agenda 4.0", articulada por su Centro de Industria X, un centro tecnológico que funciona desde 2020 enfocado en la transformación digital de pymes industriales. En particular, brinda el servicio de diagnóstico en madurez digital de pymes y brinda asesoramiento en programas, instrumentos y capacitaciones necesarias para realizar *upgrading* digital. Adicionalmente, tiene un proyecto de brindar una certificación a personal para ofrecer asesoramiento 4.0 a empresas, estableciendo una Red Federal de Expertos en Tecnologías 4.0.

CUADRO 9. PROVISIÓN DE SERVICIOS 4.0 DE LA RED DE CENTROS TECNOLÓGICOS NACIONAL

	Nombre	Provincia	Localidad	Pertenece a Red de Centros ADIMRA	Pertenece a Red de CEN-TEC	UTD	Brinda servicios 4.0	Tecnología 4.0			
								Robótica avanzada	Manufactura aditiva	Realidad virtual y realidad aumentada	Otras
1	Centro Tecnológico Metalúrgico (CETEM)	Buenos Aires	Florencio Varela	Sí	Sí		Sí			Sí	
2	Centro de Servicios de Tecnología Nuclear y Energías Alternativas (CSTN)	Buenos Aires	Hurlingham	Sí	Sí	Sí	Sí				
3	Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN)	Buenos Aires	San Martín		Sí	Sí	Sí		Sí		
4	Centro Tecnológico y de Capacitación del Sector de Moldes y Matrices (CETEMyM)	Buenos Aires	Tigre	Sí	Sí		No				
5	Centro de Servicios Industriales (CSI)	Buenos Aires	Mar del Plata	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí	Sí	
6	Centro de Industria X	CABA	CABA			Sí	Sí			Sí	
7	Centro de Servicios Industriales (CSI)	CABA	CABA	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí	Sí	

Continúa.

Continuación.

	Nombre	Provincia	Localidad	Pertenece a Red de Centros ADIMRA	Pertenece a Red de CEN-TEC	UTD	Brinda servicios 4.0	Tecnología 4.0			
								Robótica avanzada	Manufactura aditiva	Realidad virtual y realidad aumentada	Otras
8	Centro Tecnológico De Arteaga (CTDA)	Córdoba	Córdoba	Sí	Sí		Sí		Sí		
9	Centro Tecnológico SMT (CIIECCA)	Córdoba	Córdoba		Sí		No				
10	Reprosemyx	Corrientes	Corrientes		Sí		No				
11	Centro Federal Olivícola	La Rioja	Aimogasta		Sí		No				
12	Centro Tecnológico Metalúrgico Cuyo	Mendoza	Mendoza	Sí	Sí		No				
13	Lateandes	Salta	Vaqueros		Sí		Sí		Sí		
14	Centro Tecnológico (CenTec)	Santa Fe	Rafaela		Sí		Sí		Sí		
15	Fundación Cideter	Santa Fe	Las Parejas		Sí	Sí	Sí		Sí	Sí	
16	Centro de Innovación Tecnológica, Empresarial y Social (CITES)	Santa Fe	Sunchales		Sí		No				

Continúa.

Continuación.

	Nombre	Provincia	Localidad	Pertenece a Red de Centros ADIMRA	Pertenece a Red de CEN-TEC	UTD	Brinda servicios 4.0	Tecnología 4.0			
								Robótica avanzada	Manufactura aditiva	Realidad virtual y realidad aumentada	Otras
17	Centro Tecnológico Equipamiento Lácteo	Santa Fe	El Trébol		Sí		No				
18	Centro Tecnológico José Censabella	Santa Fe	Alvear	Sí			No				
19	Instituto Tecnológico El Molino	Santa Fe	Esperanza	Sí			No				
20	Centro Tecnológico de Tierra del Fuego	Tierra del Fuego	Rio Grande		Sí		No				
21	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)	Tucumán	Las Talitas		Sí		No				

Nota: la columna "otras" refiere a IoT, *big data* y *data science*, *cloud computing*, integración de sistemas informáticos.

Una de las instituciones más relevantes como soporte infraestructural para la difusión de las tecnologías 4.0 en la industria manufacturera es el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) dependiente de la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo del Ministerio de Economía (ver sección siguiente). Posee una estructura con alrededor de 2.000 técnicos e ingenieros en una red de 46 centros regionales, en todo el territorio nacional. El INTI brinda servicios para la industria a través de una red de laboratorios en la forma de asistencia técnica, servicios analíticos, ensayos, transferencia de conocimientos y capacitación. Además, el INTI es el instituto nacional de metrología, por lo que realiza, mantiene y disemina patrones de medida conforme al Sistema Internacional de Unidades.

En lo que es la provisión de servicios de Cómputo de Alto Desempeño (CAD) para modelizaciones de sistemas y procesos complejos y el almacenamiento, al manejo y procesamiento de grandes volúmenes en la actualidad no existen centros de computación de alto rendimiento operados por actores privados. Los servicios de computación de alto desempeño utilizan la potencia de cálculo agregada (entrelazando diferentes nodos creando clusters de supercomputadoras) para resolver problemas complejos en ingeniería, gestión o ciencia. En la actualidad el **Sistema Nacional de Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño** (SNCAD)⁷² está compuesto por unos 27 Centros distribuidos en el país, compuestos por unos 49 equipos disponibles, en 10 provincias de Argentina. Se destacan CABA (7), La Plata (5), San Miguel de Tucumán (2), Santa Fe Capital (2) y San Luis (2). El resto de los centros está en Bariloche, Bahía Blanca, Tandil, Córdoba, Rosario, Paraná, Mendoza, San Martín (Buenos Aires) y Corrientes.

Los centros adheridos al SNCAD mantienen un compromiso de ofrecer al menos un 20% de sus horas de CPU a usuarios externos al centro, lo que da la posibilidad a que el sector productivo acceda a estos servicios. Sin embargo, las necesidades y tiempos de uso del equipamiento que requiere el sector privado difieren de las necesidades que tiene el uso académico de la CAD, lo que llama a la necesidad de desarrollar capacidades privadas en la provisión de este tipo de servicio, que son requeridos para la aplicación de técnicas complejas de inteligencia artificial y *data science* en sectores como la farmacéutica, la producción automotriz, la aeroespacial o la producción hidrocarburífera.

⁷² El SNCAD es una red creada en 2010 que articula los centros de Computación de Alto Desempeño operando en Argentina. Se trata de una iniciativa conjunta del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) y el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICYT).

Políticas de promoción de digitalización de la producción: las iniciativas en Argentina y algunas experiencias internacionales

Las políticas de promoción de la industria 4.0 en Argentina

En Argentina ha habido en el último quinquenio una serie de iniciativas, tanto a nivel nacional como en diversos ámbitos subnacionales, para la promoción de la digitalización de la producción. En la actualidad, a nivel nacional la iniciativa más relevante es la puesta en marcha desde inicios de 2021 el Plan de Desarrollo Productivo 4.0 (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2021), particularmente porque incluye a más de 50 instrumentos e iniciativas estructurados en 19 programas.

Al momento del diseño del Plan, se propuso que estas iniciativas fueran ejecutadas por tres dependencias: la SEPYME (Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y los Emprendedores, actual Subsecretaría Pyme), la SIECyGCE (Secretaría de Industria, Economía del Conocimiento y Gestión Comercial Externa, actual Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo y Secretaría de Economía del Conocimiento) y el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). El accionar de la SIECyGCE se ha ejecutado centralmente a través de la por entonces Subsecretaría (y actual Secretaría) de Economía del Conocimiento y, en menor medida, la Subsecretaría de Industria. El Plan presenta una muy amplia variedad de medidas destinadas a sensibilización y capacitación para la difusión de tecnologías 4.0, asistencia técnica para la adopción de soluciones 4.0, apoyo a la inversión y fortalecimiento institucional. El cuadro 10 presenta los programas e iniciativas que componen el Plan según dependencia ejecutoria a 2021, las funciones atendidas y el alcance principal propuesto (cantidad de empresas alcanzadas, asistidas, de proyectos financiados, organizaciones cubiertas o personas formadas o capacitadas). La enorme mayoría de los mismos han sido implementados o están en ejecución.

CUADRO 10. INSTRUMENTOS Y PROGRAMAS COMPONENTES DEL PLAN DE DESARROLLO PRODUCTIVO 4.0

Programa/ Iniciativa		Funciones	Dependencias		Alcance principal	Tipo de ayuda
Transformación Digital Pyme	Formación de capital humano en habilidades 4.0	Sensibilización y capacitación	SEPYME		1.000 empresas sensibilizadas, 1 Red de expertos	Cursos y talleres
	Talleres de sensibilización sectoriales	Sensibilización y capacitación	SEPYME		1.850 empresas sensibilizadas	Cursos y talleres
	Unidades de Transformación Digital	Infraestructura institucional	SEPYME		15 UTD constituidas, 450 empresas asistidas	Centros tecnológicos
	Innovación tecnológica	Asistencia técnica	SEPYME		200 empresas asistidas	Diagnóstico de madurez
	Créditos para Transformación 4.0	Apoyo a la inversión	SEPYME		100 empresas	Créditos
INTI 4.0	<i>18 iniciativas</i>	Capacitación, AT, infraestructura	INTI			
Plataforma INDTech 4.0	Herramienta de madurez digital (AMD INDTech)	Sensibilización y capacitación	SEPYME	INTI	5.800 empresas autodiagnosticadas	Diagnóstico de madurez
	IND.Ar 4.0	Asistencia técnica	SEPYME		20 empresas aceleradas	Aceleradora
	IndTech Lab / Plataforma IoT	Infraestructura institucional	SEPYME		20 proyectos de colaboración	Espacio de colaboración

Continúa.

Continuación.

Programa/ Iniciativa		Funciones	Dependencias		Alcance principal	Tipo de ayuda
Capacitación 4.0	Economía del Conocimiento para Municipios	Sensibilización y capacitación	SEC		110 municipios	Cursos y talleres
	Argentina Programa	Sensibilización y capacitación	SEC		2.250 programadores formados	Cursos y talleres
	Promoción de la Economía del Conocimiento	Sensibilización y capacitación	SEC		600 empresas	Exc. impositiva
Proyectos 4.0	Potenciar	Apoyo a la inversión	SEC		7 proyectos	ANR
	Co-desarrollo -"Incentivar Conocimiento"	Apoyo a la inversión	SEC		1 proyecto	ANR
	Soluciona	Apoyo a la inversión	SEC		30 proyectos	ANR
Producción colaborativa de Economía del conocimiento		Apoyo a la inversión	SEC		5 empresas o instituciones	ANR y créditos
PAC Empresas	Tecnologías de Gestión Kaizen 4.0	Asistencia técnica	SEPYME		1.500 empresas	ANR para digitalización de procesos
	Transformación Digital	Asistencia técnica	SEPYME		3.000 empresas	ANR para AT en gestión digital
PAC Emprendedores	Innovación	Apoyo a la inversión	SEPYME		100 proyectos	ANR

Continúa.

Continuación.

Programa/ Iniciativa		Funciones	Dependencias		Alcance principal	Tipo de ayuda
Programa Crédito Fiscal		Sensibilización y capacitación	SEPYME		55 empresas	Reintegro en capacitaciones
Capacitar	Seminario Transformación Digital	Sensibilización y capacitación	SEPYME		1600 empresas	Cursos y talleres
Oficios 4.0		Sensibilización y capacitación	SEC		4.000 trabajadores	Cursos y talleres
Incluir 4.0		Sensibilización y capacitación	SEC		2.500 capacitados	ANR a cursos
Actualizar 4.0		Sensibilización y capacitación	SEC		2.500 capacitados, 200 tutores formados	Cursos y talleres
Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores		Asistencia técnica	SsI	INTI	15 empresas	AT para desarrollo proveedores
Registro de Articuladores de la EDC		Asistencia técnica	SEC		60 empresas	AT para diagnostico
Crédito para Despegue 4.0 FONDEP-BNA		Apoyo a la inversión	SEPYME		400 empresas	Créditos
Créditos para licenciarios de servicios de TIC		Apoyo a la inversión	SEPYME			Créditos

Continúa.

Continuación.

Programa/ Iniciativa	Funciones	Dependencias		Alcance principal	Tipo de ayuda
Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores	Apoyo a la inversión	Ssl		40	ANR y créditos
Desarrollo y Promoción de la Economía del Conocimiento	Apoyo a la inversión	SEC			Exc. impositiva
Red de Asistencia Digital para Pymes	Apoyo a la inversión	SEPYME		400 empresas, rondas de negocio	Espacio de colaboración
Nodos de la EDC	Infraestructura institucional	SEC	INTI	18 clusters fortalecidos	Centros tecnológicos
PROCER	Infraestructura institucional	SEPYME		5 centros tecnológicos fortalecidos	Centros tecnológicos
Construir Conocimiento	Infraestructura institucional	SEC		24 Parques Tecnológicos fortalecidos	Parques Ind. y Technol.
Emprendedores para Transformación Digital	Infraestructura institucional	SEPYME		10 proyectos	Proyectos colaborativos

Nota: las dependencias están a 2021, previas al cambio de organigrama implementado en agosto de 2022. El alcance principal de los programas e iniciativas, son la meta que cada uno de ellos se proponía en el momento del diseño del Plan de Desarrollo Productivo 4.0.

La cobertura en materia de sensibilización y capacitación es muy alta. A través del Seminario Transformación Digital del Programa Capacitar de la SEPYME, se proponía alcanzar a 1.600 empresas para introducirlas en la digitalización de diversos procesos de gestión, mientras que los talleres de sensibilización sectoriales y de formación de capital humano en habilidades 4.0 del Programa de Transformación Digital Pymes proponía cubrir a 1.850 y 1.000 empresas respectivamente. La herramienta de medición de madurez digital de la Plataforma INDTech 4.0 se proponía cubrir a 5.800 empresas. A nivel de trabajadores capacitados, la iniciativa Argentina Programa de la SEC⁷³ se proponía cubrir la formación de 2.250 programadores, el programa Oficios 4.0 la capacitación de 4.000 trabajadores, y los programas Incluir 4.0 y Actualizar 4.0 alcanzan a 2.500 capacitados cada uno, así como la formación de 200 tutores.

Como parte del programa INTI 4.0, este organismo preveía tres tipos de convenios para capacitaciones en tres áreas: Implementación de soluciones digitales en la industria (convenios con cámaras, asociaciones empresariales y empresas para el desarrollo de soluciones), en Transformación digital y adopción de tecnologías 4.0 (convenios con cámaras, asociaciones empresariales y gobiernos provinciales para la aplicación de herramientas de diagnóstico a nivel sectorial) y en Desarrollo conjunto de soluciones tecnológicas y capacitación de RRHH (convenios con universidades e institutos de investigación). El INTI, junto con la UNSAM, han lanzado una diplomatura en tecnologías propias de industria 4.0 (Diploma Universitario en Industria 4.0 y Tecnologías Habilitadoras), en el marco del INCALIN (Instituto de Calidad Industrial). Esta diplomatura tuvo su primera cohorte en 2021, con casi 130 participantes. Asimismo, el INTI ha dictado dos ediciones de un curso universitario online de "Introducción a la industria 4.0 y sus tecnologías habilitadoras" con 400 asistentes cada uno y ha realizado 4 encuentros nacionales de sensibilización de manera virtual.

En materia de asistencia técnica la cobertura ya es un poco más baja. Los programas de mayor importancia son los PAC Empresas de la SEPYME: el PAC Transformación Digital proyectaba en el Plan de Desarrollo Productivo 4.0 alcanzar a unas 3.000 empresas, mientras que el PAC Tecnologías de Gestión Kaizen 4.0 a unas 1.500 empresas. Teniendo en cuenta que la estructura industrial argentina está compuesta por alrededor de 51.000 empresas manufactureras, vemos que los programas más importantes en esta área proyectaban alcanzar a entre el 3% y el 5% del tejido empresario. Sin embargo, hacia mediados de 2022, se habían aprobado 1.476 proyectos de los PAC en todas sus convocatorias de 2020 y 2021: PAC convocatoria abierta (755 proyectos), PAC Transformación digital (142 proyectos), PAC Emprendedores (115 proyectos), PAC Kaizen (226 proyectos), PAC Alimentos (97 proyectos), PAC I+D (92 proyectos) y PAC COVID (49 proyectos).

⁷³ El Programa de Capacitación 4.0 cuenta con dos iniciativas de alto impacto en materia de formación de capacidades. Una de ellas se trata de Argentina Programa, una iniciativa de formación de elevado alcance. Involucra dos instancias de formación con certificación de la CESSI para programadores, estimando unos 1.950 trabajadores formados en 4.0, con 300 certificaciones. La segunda iniciativa se trata de Economía del Conocimiento para Municipios, que financia actividades formativas en gobiernos locales en materia de automatización de procesos industriales, análisis y modelado de datos, digitalización, uso de maquinarias de alta complejidad y habilidades de impresión 3D. Esta iniciativa cuenta con la meta de cubrir 110 municipios.

CUADRO 11. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL EN INTI 4.0

Iniciativa	Tipo	Características	Monto inversión planificada
Big data	Centro de datos	Conformación de un centro de datos tecnológico-industriales de referencia	USD 10.000
Certificados Digitales	Regulaciones	Definición de un estándar internacional para el sistema de unidades accionable por máquinas e implementación en Argentina. Adopción de certificados de calibración digitales (DCC) e implementación de <i>blockchain</i> en certificados e informes.	USD 10.000
Ciberseguridad	Regulaciones	Comisiones de análisis y generación de reglamentaciones técnicas en ciberseguridad	USD 100.000
Despliegue 5G	Inversión infraestructura	Base metrológica para el despliegue de la tecnología 5G y ensayos de equipamiento de comunicaciones 5G	USD 100.000
Digitalización de servicios	Inversión infraestructura	Sistema online de verificación de instrumentos reglamentados en la nube	USD 100.000
Gemelos Digitales	Inversión infraestructura	Procesos y equipos: instrumentos de medición y aseguramiento de la calidad en comunicaciones ciberfísicas	USD 250.000
Infraestructura fibra óptica - Parque Miguelete	Inversión infraestructura	Modernización de infraestructura de redes del INTI para ofrecer servicios 4.0 en tiempo real (e.g.: calibraciones remotas o verificaciones on-line en tiempo real). Digitalización de sistemas administrativos	USD 1.000.000
Internet de las cosas	Inversión infraestructura	Metodología de aseguramiento metrológico de patrones embebidos on-line; diseminación de señales de sincronización temporal en UTC; capacidades de certificación de productos IoT, calibración remota de instrumentos; visión artificial aplicada a la industria	USD 1.500.000
Manufactura aditiva	Inversión infraestructura	Caracterización funcional de geometrías optimizadas, calibración inteligente de componentes; metrología de coordenadas 4.0; planta piloto en tecnologías de fabricación aditiva y servicios de producción a baja escala; simulación de propiedades físicas de materiales impresos	USD 1.850.000
Metrología de Sistemas	Inversión infraestructura	Evaluación de la calidad en algoritmos de inteligencia artificial, <i>machine learning</i> y sistemas autónomos; servicios de evaluación metrológica de sistemas de IA y ML; modelos para localización óptima de sensores; servicios de evaluación metrológica de redes de sensores	USD 100.000

Luego, hay programas de asistencia técnica de menor escala aún: de entre 60 y 200 empresas cubiertas, con finalidades de diagnóstico más que de procesos de adopción. El Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores de la SSI contemplaba en el Plan de Desarrollo Producto 4.0 cubrir a 15 empresas. El Programa INTI 4.0 cuenta con cuatro iniciativas en materia de asistencia técnica cuyo alcance en cantidad de empresas no está especificado: asistencia para el Diagnóstico de Productividad 4.0 (USD 260.000 presupuestados, se lleva adelante con la SEC, cubriendo a alrededor de 100 empresas), asistencia para la evaluación y validación de paquetes tecnológicos utilizados en maquinaria agrícola y desarrollo de proveedores locales (Maquinaria Agrícola 4.0, USD 300.000 presupuestados), desarrollo de capacidades en servicios de Realidad Aumentada (USD 300.000 presupuestados) y asistencia en materia de Robótica (USD 450.000 presupuestados).

El fortalecimiento del funcionamiento de los centros tecnológicos complementa las actividades de asistencia técnica y actúa potenciando la sensibilización. El Programa de Competitividad de Economías Regionales (PROCER) de la SEPYME contempla el fortalecimiento y creación de 5 centros tecnológicos con adecuación y equipamiento en implementación de tecnologías 4.0 para asistir pymes. Asimismo, la SEPYME a través del Programa de Transformación Digital Pymes implementó la puesta en funcionamiento de 19 Unidades de Transformación Digital (UTD)⁷⁴ en las distintas regiones del país, funcionando en distinto tipo de organizaciones: centros industriales (como por ejemplo el Centro Industrial Las Parejas), entidades empresariales (como la UIA, ADIMRA o el CIMA), universidades públicas (como la UNQ, UNC o la UNSE) y privadas (p.e. UBP), y organizaciones no gubernamentales.

Estas medidas forman parte de las iniciativas del Plan para el apoyo de la infraestructura institucional. Dentro de ellas destacan, además, el programa Construir Conocimiento de la SEC, que contempla el fortalecimiento de 24 Parques Industriales y Tecnológicos, y la Creación del *hub* y la plataforma INDTech 4.0.⁷⁵ Por su parte, a través del Programa Nodos de la Economía del Conocimiento (EDC), la SEC contempla financiamiento a polos tecnológicos y clusters existentes para inversiones en equipamiento e instalaciones productivas y mejoras en la gestión de la calidad con foco en la especialización y vinculación de servicios 4.0 en sus entornos productivos.

En lo que se trata de fortalecimiento institucional, son muy variadas las inversiones vinculadas al programa INTI 4.0, incluyendo a cerca de unas 10 iniciativas de política pública (ver cuadro 11). Con todo, el grado de ejecución de las mismas es relativo. A la fecha, la creación de un

⁷⁴ Las Unidades de Transformación Digital (UTD) son entidades que desarrollan acciones de sensibilización, asesoramiento y asistencia técnica, para la transformación digital de las pymes industriales. A inicios de 2022 la SEPYME aprobó la asistencia a para servicios y puesta en funcionamiento de 19 UTD en todo el país.

⁷⁵ La plataforma INDTech 4.0 es una medida realizada en conjunto con UIA, ADIMRA, la Agencia I+D+i, CADIEEL, el INTI y la Sepyme. Básicamente la Plataforma incluye una Herramienta de medición de madurez digital online (AMD INDTech), una aceleradora de nuevas empresas (IND.Ar 4.0), un laboratorio de experimentación e innovación de tecnologías 4.0 (Plataforma IoT) y un *hub* tecnológico como un espacio de colaboración público-privado para la concentración de la oferta de soluciones, capacidades y beneficios en 4.0 para empresas.

data center de referencia tecnológico-industrial (*big data*) no ha podido prosperar, debido a las condiciones solicitadas por la contraparte (Dell) y algunas medidas están aún incompletas, tales como lo que se propuso de mejora en la Infraestructura de fibra óptica del Parque Tecnológico Miguelete. El programa además proponía el desarrollo de una serie de regulaciones pertinentes a este tipo de tecnologías (Certificados Digitales y Ciberseguridad), infraestructura de redes y comunicaciones (Despliegue 5G), e inversiones para Digitalización de servicios, Gemelos Digitales, internet de las cosas, en Manufactura aditiva y Metrología de Sistemas.

En lo que se trata de apoyo a la inversión, el Plan incluye una importante variedad de instrumentos de baja escala en alcance de empresas, combinando el otorgamiento de créditos subsidiados y ANR. Los programas de mayor dimensión son Crédito Despegue 4.0 FONDEP-BNA (400 empresas)⁷⁶, PAC Emprendedores (ANR para 100 proyectos de introducción de soluciones 4.0) y Créditos para Transformación 4.0 del Programa de Transformación Digital Pymes⁷⁷ de la SEPYME (créditos para la adquisición de hardware y software para la implementación de proyectos de industria 4.0, para 100 empresas). El Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores de la SSI contempla el financiamiento mediante ANR y Créditos de unos 40 proyectos para soluciones 4.0; en tanto que la SEC cuenta con el programa Proyectos 4.0 con tres iniciativas: Soluciona (30 proyectos), Codesarrollo - "Incentivar Conocimiento" (1 proyecto de codesarrollo) y Potenciar (7 proyectos).

A nivel de la oferta de nuevas tecnologías digitales, en abril de 2022 el Ministerio de Desarrollo Productivo aprobó la creación del Régimen de Bienes de Capital 4.0, que se ejecutará en el ámbito de la actual Subsecretaría de Industria. Las empresas productoras de maquinaria que cumplan las condiciones de la actividad promovida deben registrarse en el régimen y contarán durante cinco años (con revalidación cada dos años) como beneficios una reducción del 90% de contribuciones patronales mensualmente, y un bono de crédito fiscal para ser usado anualmente equivalente a la suma de reducción del 40% de Ganancias; devolución del 80% de los gastos realizados en I+D; 60% de los reintegros a las exportaciones de bienes de capital y un adicional por mejores continuas y certificaciones de calidad de 15% para grandes y 30% para mipymes sobre beneficios de ganancias y contribuciones patronales.

⁷⁶ En 2021 de los 275 proyectos aprobados en la línea de créditos FONDEP, unos 55 proyectos estuvieron orientados a industria 4.0.

⁷⁷ El Programa de Transformación Digital Pymes de la SEPYME consiste en una iniciativa integral que cubre todas las funciones de intervención necesarias (sensibilización, capacitación, asistencia técnica, apoyo a la inversión e infraestructura institucional). Comprende la realización de talleres de sensibilización, talleres sectoriales de digitalización, cursos de capacitación, plataformas de *networking*, misiones tecnológicas y la conformación de una red de expertos 4.0 en sus iniciativas Formación de capital humano en habilidades 4.0 y Talleres de sensibilización sectoriales. En asistencia técnica cuenta con la iniciativa Innovación tecnológica que provee ANR para diagnósticos, preparación e implementación de planes de transformación digital, ciberseguridad y formación de unidades de innovación. Como apoyo a la inversión cuenta con la iniciativa de Créditos para Transformación 4.0, con alcance hasta 100 pymes. Y en materia de infraestructura institucional ha puesto en marcha el programa de Unidades de Transformación Digital.

Estas políticas a nivel nacional en algunas regiones son acompañadas por iniciativas de gobiernos subnacionales.

El gobierno de la provincia de Buenos Aires tiene en lanzamiento el programa de Transformación Digital Bonaerense, a cargo del Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica. Este programa tiene convocatorias abiertas en materia de asistencia financiera (créditos para la digitalización de mipymes y cooperativas, y para proyectos de desarrollo de soluciones de innovación para instituciones en CyT y Universidades), asistencia técnica (una clínica tecnológica para empresas industriales para diagnóstico), y charlas de sensibilización de diversas organizaciones (INTI, IRAM, CESSI, UTN, etc.). Por su parte el gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) cuenta con un laboratorio (BA Laboratorio Tecnológico) para pruebas y prototipado en fabricación digital (impresión 3D, corte láser, router de fresa y torno CNC), realidad virtual y aumentada, robótica e internet de las cosas.

En la provincia de Santa Fe, la Municipalidad de Rosario (en colaboración con la UNR, la CACE, el CPCE y el Polo Tecnológico Rosario) cuenta con tres ediciones de su Programa de Transformación Digital Mipymes, que consiste en el financiamiento para diagnóstico de madurez, capacitación y el diseño de un plan de transformación digital. Por su parte, el Ministerio de Economía y Energía de Mendoza junto con otras instituciones (IDITS, INTI, INTA, UTN) y organizaciones empresariales (Polo TIC) lleva adelante un Programa de Industria 4.0 que consiste en un plazo de tres años realizar un relevamiento de necesidades tecnológicas de pymes, de la oferta tecnología disponible a nivel provincial y realizar una labor de vinculación y articulación con instrumentos de financiamiento disponible.

A través del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la provincia de Córdoba funciona la tercera edición del programa Córdoba 4.0. La primera edición en 2020 consistió básicamente en la realización de 13 talleres de sensibilización sectoriales, incluyendo un diagnóstico asistido para las empresas participantes. La segunda edición en 2021 contó con actividades en materia de asistencia técnica, con 2.250 horas de capacitación brindada por Expertos 4.0 a 105 pymes de Córdoba, para asistirlos en el diseño de un Proyecto de Adopción Tecnológica (PAT); y financiamiento, a través del establecimiento otorgamiento de líneas de crédito del Banco de Córdoba (Bancor). La tercera edición vigente contempla el financiamiento de hasta 100 PAT a cargo de expertos 4.0; el establecimiento de una línea de créditos del Bancor para la adquisición de software y hardware; y la realización de actividades de Capacitación sobre transformación digital en empresas en conjunto con la SEC del MINPROD y la UTN.

Experiencias internacionales de políticas para la digitalización de la producción

En esta sección se revisan tres casos de experiencias internacionales seleccionadas. En primer lugar, se repasan las principales características del país que ha sido prácticamente el “creador del modelo de industria 4.0”, que es el caso de Alemania. Seguidamente, se analiza la

estrategia española para digitalización de la producción, tratando de recuperar algunos aprendizajes a partir del diseño de algunos de sus instrumentos; y por último se presentan los aspectos salientes de la experiencia china, con su programa Internet Plus en el marco de su Plan 2025.

Las políticas del creador del concepto de “industria 4.0”: aspectos esenciales de la experiencia de Alemania

La experiencia alemana es de las más relevantes porque hace a la creación del discurso de la “Cuarta Revolución Industrial” o “industria 4.0”, que fue anunciado en la feria Hannover Messe en 2013, y fue adquiriendo el rol de un marco para la política industrial nacional. Ya hacia 2015, la iniciativa anunciada dos años antes fue trasladada a la nueva Plataforma Industria 4.0, que se comentará a continuación. Uno de los campos de acción de la Estrategia Industrial Nacional 2030 está en el fortalecimiento de nuevas tecnologías digitales y la inteligencia artificial (BMWK, 2020). Por ello, cabe mantener un punto de referencia en el tipo de política y marco institucional donde la idea misma de industria 4.0 ha sido originada.

La promoción de la industria 4.0 en Alemania constituye una actividad de articulación público-privada, que funciona con una amplia variedad de instrumentos de intervención y un importante entramado institucional de soporte. De hecho, algunos reportes señalan que no existe un único “centro de estrategia de política” en Alemania alrededor de la digitalización de la industria, sino realmente una concurrencia de iniciativas de política pública, de actores empresariales, financieros y de la esfera académico-científica actuando simultáneamente (Schroeder, 2016).

Respecto a la estrategia alemana en 4.0 desde el sector público una de sus aspectos característicos a destacar es la del trabajo interministerial. Seis ministerios nacionales están directamente involucrados, no solamente para el soporte financiero y productivo, sino también para el desarrollo legislativo, de regulaciones y creación de estándares (Schroeder, 2016). El Ministerio de Transporte (BMVI) lleva adelante las cuestiones relacionadas a infraestructura digital y del cableado de banda ancha, así como el Ministerio de Trabajo (BMAS) ha establecido plataformas de trabajo digital, estableciendo además las regulaciones de protección social para nuevas formas de empleo y contratación. Por su parte tanto el Ministerio del Interior (BMI) como el Ministerio de Justicia están involucrados en las cuestiones de seguridad de datos y de protección al consumidor. Luego, los Ministerios de Investigación y el Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima son los principales ejecutores de la política industrial y tecnológica en digitalización, y llevan adelante una serie de medidas conjuntas y coordinadas.

El Ministerio de Economía y Energía (BMWí, actualmente Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima) ejecuta y diseña la política industrial, dando apoyo y soporte financiero a la industria, cámaras y sindicatos y articulando las plataformas de interacción. Como fuera mencionado, la estrategia anunciada en 2013 en la Feria de Hannover, fue trasladada en 2015 a la Plataforma Industria 4.0. Esta Plataforma se constituyó como una red abierta de

transferencia de información y colaboración entre actores privados y públicos: es apoyada conjuntamente por el Ministerio de Economía (quien lidera la plataforma) y el Ministerio de Investigación, y está integrada por numerosas asociaciones empresariales y sindicales, donde se destaca el IG Metall (el principal sindicato metalúrgico alemán).

La plataforma cuenta con seis grupos de trabajo: Arquitecturas, estándares y normas de referencia; Tecnología y escenarios de aplicación; Seguridad de sistemas integrados; Condiciones de marco legal; Modelos de negocio digital en la industria 4.0 y Capacitación y trabajo. Estos grupos de trabajo interactúan para el establecimiento de conceptos básicos y recomendaciones y guías de acción. La plataforma provee una serie de herramientas online para la orientación de pymes hacia la identificación de oportunidades y colaboraciones potenciales, ofreciendo además un mapa interactivo de casos de uso de 4.0, con más 300 experiencias de innovaciones digitales implementadas a lo largo de todo el país, así como cuenta con una biblioteca online con guías prácticas, publicaciones y estudios (GTAI, 2018).

Desde la Plataforma se estableció en 2016 el Consejo de Estandarización Industria 4.0 (Standardization Council Industrie 4.0 – SCI 4.0), que persigue la meta de establecer los estándares para la producción digital y armonizar o coordinar tales estándares a nivel nacional e internacional. Esta iniciativa ha acelerado los procesos de estandarización, su implementación internacional y ha posibilitado identificar la necesidad de nuevos proyectos (GTAI, 2018).

Desde la Plataforma se ha creado un modelo de referencia denominado RAMI 4.0 (Reference Architecture Model Industry 4.0), que combina los elementos tecnológicos clave de la industria 4.0 en un modelo uniforme, ofreciéndole a empresas de distintos sectores una orientación estandarizada. Se trata de una arquitectura orientada a servicios que combina todos los elementos y componentes digitales en un modelo de ciclo de negocios por capas. Se descomponen en él procesos complejos, para conformar paquetes de fácil comprensión en materia de seguridad IT y privacidad de datos. El RAMI 4.0 ha creado una comprensión compartida de normas, estándares y de casos de estudios para los diversos participantes de la Plataforma (GTAI, 2018; Schroeder, 2016).

Desde las empresas y asociaciones de la Plataforma surgió la necesidad de creación de Red de Laboratorios Industria 4.0 (Labs Network Industrie 4.0 e.V. association - LNI 4.0) que actúa conjuntamente con el SCI 4.0. Esta red provee un análisis de madurez a pymes, inicia los procesos de estandarización y facilita el testeo de escenarios a través de una red de 30 laboratorios de testeo distribuidos regionalmente (LNI, 2017).

Además, la plataforma se instituye como una red de transferencia en tecnologías 4.0 hacia las pymes (Transfer Network Industrie 4.0) que articula a las pymes industriales con herramientas, ayudas gubernamentales, con la red de laboratorios LNI 4.0, ofreciendo información, workshops y asesoramiento.

Otra de las iniciativas a destacar del accionar del Ministerio de Economía y Energía es la labor de los Centros de Excelencia Mittelstand 4.0 (programa SME 4.0 – Digital Production and

Work Processes). Se trata de centros regionales que dan soporte a pymes para la transformación digital, proveyendo información, capacitación y la oportunidad de testear aplicaciones 4.0. Incorporan fábricas de aprendizaje y demostración que ayudan a las empresas a probar nuevas implementaciones, bajo la supervisión de expertos.

El Ministerio de Educación e Investigación (BMBF) ha impulsado una serie de iniciativas relacionadas con la industria 4.0 desde 2009. Allí se destaca el impacto de las actividades de la Fraunhofer Society⁷⁸ en distintas maneras. Por ejemplo, se puede destacar la labor del Instituto Fraunhofer de Economía y Organización Laboral (IAO), que ha desplegado la red “Production Work 4.0 Innovation Network” desde 2013, que integra empresas industriales y *partners* en investigación para el trabajo conjunto alrededor de soluciones y demandas para el futuro de la producción en Alemania (Schroeder, 2016; SEGIB, 2020).

El Gobierno Federal alemán ha procurado orientar la manufactura digital hacia la interconexión de productos, cadenas de valor y modelos de negocio, estimulando la formación de redes de I+D. Allí caben destacar la Research Alliance, que se trata de una alianza de investigación entre la industria y la academia que ha involucrado la innovación en internet de las cosas y servicios de alta tecnología (Casalet, 2018). Está integrada por casi 20 organizaciones de ambas esferas, promovida por la Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería (Acatech) y el Centro Alemán de inteligencia artificial (DFKI - Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz).⁷⁹

El DFKI fue el gestante en 2005 de la SmartFactoryKL, que se trata de una fábrica público-privada que funciona en Kaiserslautern y opera a modo de demostración del estado del arte en lo que es la aplicación industrial de la digitalización a la producción. Se trata de una iniciativa donde cooperan distintas empresas proveedoras de tecnologías modernas de automatización, usuarios e instituciones públicas (Casalet, 2018; GTAI, 2014).

⁷⁸ La Fraunhofer Society (Fraunhofer-Gesellschaft) es una organización de investigación alemana que comprende 72 institutos localizados a lo largo de todo el país. Posee una planta de científicos y técnicos de más 26.000 empleados y se ubica en más de 40 distintas localizaciones. Funciona con un financiamiento mixto, donde un tercio de su presupuesto es aportado por el gobierno federal, mientras que dos tercios se financia mediante contratos con la industria, la administración pública y servicios.

⁷⁹ El Centro Alemán de Inteligencia Artificial (DFKI) es un instituto de investigación en ciencias de la computación orientado a la aplicación de la investigación básica. Realiza desarrollo de productos, prototipos y soluciones patentables en el área de las TIC e IA. Es uno de los institutos de investigación basada en métodos de inteligencia artificial más grandes a nivel mundial. Se trata de una asociación público-privada constituido por empresas grandes (tales como Intel, Google, Airbus, NVidia, VW o Bosch), firmas medianas, el Ministerio de Educación e Investigación (BMBF) y un grupo de estados alemanes (Bremen, Baja Sajonia, Renania-Palatinado y Sarre). El DFKI lleva adelante contratos de investigación en prácticamente todos los campos de la moderna IA, incluyendo reconocimiento de patrones de imágenes, procesamiento de lenguaje natural (NPL) escrito y hablado, interfaces de usuario inteligente, robótica avanzada, sistemas ciber físicos, asistentes cognitivos, realidad y simulación de agentes, deducción y simulación en sistemas multi agentes, entre otros. Mantiene una red de laboratorios y centros de transferencia, donde se puede destacar el CertLab, un Laboratorio para la certificación y la soberanía digital alemana.

Hay que remarcar también la participación activa de tres organizaciones empresariales: Bitkom, ZVEI y VDMA. Bitkom es una asociación digital alemana que representa más de 2.500 empresas de la economía digital (de ellas unas 1.000 son pymes y *startups*), y que defiende el desarrollo de políticas económicas innovadoras, la modernización del sistema educativo y el diseño de políticas en red, orientadas al largo plazo. ZVEI es la Asociación Alemana de Manufactura Electrónica y Eléctrica, que nuclea a cerca de 1.600 empresas del sector. VDMA (Verband Deutscher Maschinen - und Anlagenbau e.V.) es la Asociación de Manufacturas de Maquinaria y alcanza a más de 3.200 empresas en todo que se refiere a ingeniería mecánica. El involucramiento activo de organizaciones empresariales de la economía digital, la electrónica y la producción de bienes de capital es un aspecto a destacar.

La revisión de la experiencia alemana verifica como aprendizaje la relevancia de la articulación público-privada con miembros de la industria, pymes, universidades e institutos de investigación, así como destaca la relevancia de las redes de soporte en laboratorios y centros tecnológicos de soporte y testeo.

La estrategia de España para la digitalización de su producción: Industria Conectada 4.0 y una estrategia nacional en inteligencia artificial

La experiencia española en estrategias para la digitalización de la producción tiene dos pilares de política: el plan Industria Conectada 4.0 y la Estrategia Nacional en Inteligencia Artificial (ENIA).

Desde 2015 el Ministerio de Industria, Energía y Turismo ejecuta el Plan Industria Conectada 4.0, que cuenta con cuatro líneas de actuación: concientización y formación; entornos colaborativos y plataformas; impulso a habilitadores digitales; y apoyo a la evolución digital en la industria. Cada línea de actuación tiene sus áreas estratégicas claves, cada una posee distintos niveles de complejidad y diferentes objetivos y van desde la concientización y la comunicación hasta la producción del marco regulatorio de la industria 4.0 y la estandarización.

Para la implementación y diseño del Plan Industria Conectada se establecieron cuatro grupos de trabajo donde participan actores del sector privado, centros de investigación y enseñanza, los gobiernos autonómicos y el Gobierno de España (MINETUR, 2015). Cuenta con un grupo de trabajo en materia de Estandarización que trabaja en propuestas de normas y leyes en materia de industria 4.0; un grupo de trabajo de Administraciones Públicas, que ha diseñado, coordinado y ejecutado los instrumentos de apoyo a las empresas, un grupo de trabajo de Hubs de Innovación Digital y un grupo de trabajo de Habilitadores Digitales. La Secretaría General de Industria y de la Pyme (SGIPYME) participa activamente en los diversos grupos de trabajo relacionados. La idea es que este modelo de gobernanza garantice continuidad en el tiempo de las acciones que se lleven a adelante, cuente con la participación de un grande y variado conjunto de actores, y realice seguimiento y métricas de los resultados de las iniciativas que se desarrollen.

El grupo de trabajo de Administraciones Públicas tiene como fin promover, coordinar e impulsar las diferentes iniciativas que se implementen en el territorio y participan las Comunidades Autónomas y el resto de organismos y administraciones. Hay dos programas de apoyo que han surgido de este grupo de trabajo que merecen una consideración particular: el programa HADA y el programa ACTIVA, que cuenta con diversos instrumentos.

La Herramienta de Autodiagnóstico Digital Avanzada (HADA) se trata de una aplicación online para la evaluación del grado de estado de madurez digital, de acceso libre, que fue diseñada por la SGIPYME. Ofrece además una estimación del nivel de impacto y utilidad de diversos habilitadores digitales en la organización, otorgando un grado de prioridad para su implantación.

Por su parte el programa de apoyo ACTIVA cuenta con cinco tipos de instrumentos: ACTIVA Industria 4.0, ACTIVA Financiación, ACTIVA Startups, ACTIVA Ciberseguridad y ACTIVA Crecimiento.

El ACTIVA Industria 4.0 está gestionado por la SGIPYME, las comunidades autónomas y cuenta con la colaboración de la Escuela de Organización Industrial. El programa incluye para cada beneficiario 50 horas de asesoramiento realizado por consultoras que abarca una etapa de diagnóstico de la situación actual con visitas a la empresa para un mejor análisis, la elaboración de un Plan de Transformación Digital que incluye la definición de las actuaciones, la cuantificación y priorización de oportunidades de digitalización y la identificación de las potenciales soluciones digitales más adecuadas para cada empresa, y por último, la realización de talleres prácticos de soluciones tecnológicas. Ha cubierto a más de 600 empresas industriales, con la participación de 17 comunidades autónomas y 20 entidades de asesoramiento.

La herramienta ACTIVA Financiación apunta a la inversión en modernización. Una de las características de este instrumento es que cuenta con una línea pyme y una línea para grandes implementaciones.

- Para el caso de la línea ACTIVA Financiación Pyme se otorgan ayudas por período de 5 años (combinando subsidios con préstamos subsidiados) para la modernización en aparatos, equipos e infraestructura, para colaboraciones externas o para gastos de amortización del instrumental y equipos y alquiler de equipamiento para validación preliminar. Esto en proyectos que promuevan la transformación digital de las empresas industriales, con prioridades temáticas: software de plataformas de interconexión de la cadena de valor de la empresa, para soluciones para el tratamiento avanzado de datos, inteligencia artificial o simulación industrial, diseño y fabricación aditiva, proyectos de realidad aumentada, realidad virtual y visión artificial, sensores, IoT, y robótica colaborativa y cognitiva.
- Para el caso de la línea ACTIVA Financiación Grandes Implementaciones se otorgan ayudas por 10 años (combinando subsidios con préstamos subsidiados) para proyectos de transformación digital pudiendo contemplar como gastos financiables a costos de personal, de instrumental y material inventariable, así como costos de investigación contractual, conocimientos técnicos y patentes.

El programa ACTIVA Startups es gestionado por la Escuela de Organización Industrial, y apoya la colaboración entre empresas emergentes y empresas consolidadas con potencial de innovación. El programa contempla dos tipos de beneficios, que puede ser financiamiento para llevar adelante procesos de innovación o ayudas en especie a través de un programa de acompañamiento para las empresas beneficiarias y de asesoramiento individualizado. Ha contado con una convocatoria piloto el 2019, que generó 12 casos de éxito con soluciones basadas en los habilitadores digitales de la industria 4.0.

El programa ACTIVA Ciberseguridad tiene una edición piloto gestionada por la SGIPYME en colaboración con el Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE). Se trata de un programa de acceso gratuito para el desarrollo de sistemas y mecanismos de prevención de ciberataques en las pymes. Para ello se ofrecen instancias para determinar el nivel de seguridad actual y para establecer luego el nivel de protección de sus sistemas que requiere su información corporativa. Por último, ACTIVA Crecimiento consiste en un programa de consultoría personalizada para pymes industriales que incluye 50 horas de asesoramiento, con consultores especializados en alguna de las siguientes áreas: innovación, recursos humanos, operaciones, digitalización, marketing y comercialización y finanzas. A mediados de 2022, habían participado más de 950 empresas en el programa, con más de 1.100 asesoramientos realizados por unas 30 consultoras especializadas.

El grupo de trabajo de Estandarización tiene la finalidad de promover el desarrollo de normativas en materia de industria 4.0, tanto a nivel nacional como internacional, y en conjunto con las empresas del sector. Dentro de su diseño considera la preexistencia de los instrumentos de la SGIPYME como la Herramienta de Autodiagnóstico Digital Avanzada (HADA). En ese sentido, complementa a esta para servir de soporte para la definición de una empresa como industria digital.

Deben destacarse dos normativas que este grupo de trabajo elaboró: dos versiones de especificaciones UNE⁸⁰. Las mismas están alineadas con altos estándares internacionales (ISO). Así, por un lado, está la especificación UNE 0060 (del año 2018), que establece los requisitos que debe cumplir una empresa para ser de la industria digital. De esta forma la normativa pretende dar las pautas a cumplir por parte de las empresas que pretendan ser digitales con la finalidad de reducir las brechas tecnológicas (ofreciendo pautas de planificación de la digitalización) y aumentar la conciencia, dentro de la organización, respecto a los efectos positivos de la digitalización.

En su interior define: “La Industria Digital es aquella que se enfoca al cliente mediante realización y adaptación de sus procesos, productos y modelos de negocio en un nuevo entorno empresarial haciendo uso de las tecnologías digitales para la mejora de su competitividad y de su relación con el cliente y otras partes interesadas (proveedores, administración pública, inversores, sociedad, etc.)”.

⁸⁰ Las UNE son estándares de normalización españoles.

Por otro lado, se encuentra la especificación UNE 0061 (del año 2019), que establece el procedimiento para la evaluación de la conformidad de requisitos de la especificación UNE 0060 anteriormente descrita. Esto es, establece un sistema de gestión para la digitalización y criterios para la evaluación de requisitos.

El grupo de trabajo de Hubs de Innovación Digital, tiene como fin promover la constitución de *hubs* y definir su rol en la política industrial española en línea con las directrices europeas en materia de digitalización industrial. A partir de la información de la Unión Europea se identificaron en España 90 *hubs* a lo largo del territorio. Finalmente, el objetivo principal del grupo de trabajo de Habilitadores Digitales, es el estudio, análisis y promoción del desarrollo de “habilitadores digitales” para la industria y garantizar su aplicación en ella. Este grupo de trabajo implementa una de las líneas de actuación en dos áreas: el fomento del desarrollo de habilitadores digitales y el apoyo a las empresas tecnológicas para acceder a los mismos.

Por otro lado, España cuenta con una estrategia más general alrededor de la inteligencia artificial plasmada en su Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (Gobierno de España, 2020), diseñada desde el Ministerio de Asuntos Económicos y de Transformación Digital.

Esta estrategia nacional cuenta con 6 ejes estratégicos de acción, y uno de ellos consiste en *Integrar la IA en las cadenas de valor para transformar el tejido económico*. Para ello propone cuatro medidas hacia 2025, en proceso de implementación:

- El lanzamiento de programas de ayudas para empresas para incorporación de IA en los procesos productivos de las cadenas de valor.
- El establecimiento de programas de impulso a la transferencia de innovación en IA mediante los Centros de Innovación Digital especializados en IA de carácter industrial.
- El Lanzamiento del Fondo NextTech de capital riesgo público-privado para impulsar el emprendimiento digital y crecimiento de empresas en IA.
- El Desarrollo del Programa Nacional de Algoritmos Verdes y la aplicación de la IA en el ámbito de la sostenibilidad.

Recuadro 24. Los algoritmos verdes

En 2021, España lanzó el Programa Nacional de Algoritmos Verdes, el cual se compone de dos ejes. Por un lado, el *green in AI* supone mejorar los códigos de los algoritmos para hacerlos más eficientes en el procesamiento y, de esta manera, ahorrar energía. En otros términos, se busca optimizar el software, reducir el consumo de datos procesados y transmitidos y, de esta manera, reducir el consumo de energía del hardware

Por otro lado, el *green by AI* procura que los algoritmos verdes sirvan para incrementar la sostenibilidad de otras actividades. A modo de ejemplo, el uso de algoritmos puede servir en el agro para reducir el uso de agua y fertilizantes; en el ámbito urbano, para evitar congestión del transporte y por tanto emisiones contaminantes innecesarias; en el sector energético, para diseñar redes más eficientes (DigitalES, 2022).

Es importante destacar que otros de los ejes estratégicos van al fortalecimiento de la infraestructura de datos y de la modernización de las instituciones públicas, o el desarrollo de habilidades informáticas en la población; que van todas en la dirección del acompañamiento de un sistema productivo que se digitaliza más y más a lo largo del tiempo.

El concepto chino de digitalización de la producción y su inserción en una estrategia de *upgrading*. Internet Plus China

Internet Plus se trata de un plan lanzado por China en 2015 que consiste en la integración de la conectividad a través de internet a diversas actividades. Internet Plus es un concepto matriz de política industrial y tecnológica que es presentado como una nueva forma económica que da funcionamiento total a internet en la optimización de los recursos en el rol de la innovación e incorpora la integración en profundidad de la internet en la sociedad en diversos campos (Xu, 2015). El plan incluye la integración de la conectividad a la actividad gubernamental, al sistema médico, las finanzas, la agricultura, y también, a la manufactura. En esta veta, la particularidad que tiene el programa Internet+Manufacturing Industry es que se manifiesta en una política de promoción extensiva de internet de las cosas (Hristov, 2017).

En particular, se inserta en un plan estratégico industrial denominado "Made in China 2025", que tiene la meta de disipar el ideario de China como la "fábrica del mundo" que produce productos baratos y baja calidad basados en bajos salarios, para pasar a una estructura industrial de mayor complejidad tecno-productiva. Las metas estratégicas del plan consistían en esta secuencia de etapas: 1) Alcanzar la fabricación digital, dominando el núcleo tecnológico básico (redes, informatización y digitalización) para 2020; 2) Hacia 2025 trabajar en el desarrollo de clústeres para la mejora general de la calidad manufacturera y capacidad de innovación; 3) Hacia 2035 llevar la posición competitiva china hacia un nivel intermedio entre las principales economías manufactureras, a través de mejoras progresivas en la gestión; 4) Lograr la consolidación hacia 2050 del sector manufacturero chino dentro del liderazgo mundial (Casalet, 2018).

El plan se propone elevar la integración nacional de componentes hasta el 70% de la producción local, y se centra en elevar la presencia de actores nacionales en los segmentos de alta tecnología como farmacéutica, aeroespacial, semiconductores, nuevos materiales y equipamiento energético, robótica, ingeniería naval y servicios médicos; y otros de mediana complejidad, tales como maquinaria agrícola, la automotriz y equipamiento ferroviario.

Internet Plus es un componente completamente integrado a la estrategia de "Made in China 2025", focalizada en el *upgrading* de la manufactura y consistente en ampliar la extensión de la conectividad en productos, maquinarias y materiales.

El programa incluye instrumentos de promoción fiscal en las industrias de fomento, y al momento se han puesto en funcionamiento más de 530 parques industriales de "manufactura inteligente" (*smart manufacturing industrial parks*), la mayoría de ellos focalizados en *big data* (casi un quinto de los parques), un grupo concentrados en nuevos materiales (17% de los parques) y otro en *cloud computing* (13% de ellos) (Zenglein y Holzmann, 2019).

La estrategia es acompañada por la inversión de grandes empresas tecnológicas como Alibaba, Baidu, Tencent y los proveedores de telecomunicaciones como China Mobile, China Unicom, China Telecom, en lo que es la infraestructura de centros de datos (IDCs) (Casalet, 2018). Además de la aplicación a la manufactura, el programa Internet Plus posee otros componentes: Internet+Healthcare, Internet+Finance, Internet+Government e Internet+Agriculture.

En el caso de Internet+Healthcare, la tecnología de medicina digital se ha aplicado ampliamente para respaldar la atención médica. En China, la llamada atención médica Internet Plus es un modelo de servicio de salud emergente con una integración entre industrias y la aplicación de tecnologías de la información, como internet móvil, computación en la nube, *big data* e inteligencia artificial. En marzo de 2020, la Administración Nacional de Seguridad de la Salud de China y la Comisión Nacional de Salud emitieron conjuntamente un documento sobre opiniones orientativas sobre la promoción del desarrollo de los servicios de seguro de atención médica de Internet Plus durante el período de prevención y control de la epidemia de COVID-19 (Zhou y Chen, 2021).

Este proceso de integración de los servicios médicos con tecnologías digitales y de conectividad está reestructurando el ecosistema de salud, con involucramiento de las grandes empresas tecnológicas (Wang *et al.*, 2016). Por ejemplo, una gran empresa china como lo es Alibaba comenzó sus planes para introducirse en el campo de la salud a partir de la difusión de Internet Plus. Su área de negocios AliHealth provee servicios médicos online y servicios de gestión médica. También, basándose en su propia plataforma de búsqueda la firma Baidu⁸¹ en conjunto con gobierno de Beijing se lleva adelante el programa Beijing Health Cloud, que consiste en tres eslabones: detección de problemas de salud (*health sensing*), análisis (*health analysis*) y sugerencia automatizada de tratamientos (*health suggestion*) (Wang *et al.*, 2016).

En el caso de finanzas, el programa Internet+Finance promueve la banca online, el desarrollo de métodos de pago móvil y los préstamos *peer-to-peer* (P2P) (Wang *et al.*, 2016). Por su parte, Internet+Government involucra todas las medidas y actividades para digitalizar la actividad gubernamental y ampliar la interactividad con los ciudadanos; mientras que el programa Internet+Agriculture se focaliza en el análisis de grandes bases de datos y la aplicación de *big data* para fines agrícolas, tales como la predicción climática o características del suelo, así como la actualización en tiempo real de información de requerimientos en la demanda de producción y precios para los productores.

Lo particular y el aprendizaje que tenemos del caso de China es la creación de un concepto propio que sirve como directriz y un entendimiento común para los diversos actores de la dirección tecnológica y productiva a seguir. En este caso, Internet Plus Manufacturing se trastada directamente en la aplicación extensiva de conectividad a la manufactura. Este entendimiento común, facilita la toma de decisiones de los distintos actores y la coordinación de su funcionamiento en el mercado.

⁸¹ Baidu Inc es una empresa tecnológica china conocida por su motor de búsqueda Baidu (similar al motor de búsqueda de Google), que opera desde 2000 y emplea a más de 6.200 trabajadores.

Desafíos productivos y lineamientos de políticas

Diagnóstico productivo y objetivos del proyecto

Los desafíos que abordará el proyecto de industria 4.0 alrededor de la Misión de digitalizar las empresas para aumentar las capacidades locales están centrados en el proceso de *upgrading* tecnológico, con el objetivo de impulsar la difusión de las tecnologías 4.0 en la industria manufacturera, atendiendo:

- Que este proceso no profundice las marcadas desigualdades que arroja la heterogeneidad productiva existente.
- Que este proceso se realice con ahorro de divisas (favoreciendo y aprovechando la provisión local de servicios y productos 4.0).
- Que este proceso se realice incorporando empleos de alta calificación en la industria.

Elevar la difusión de estas tecnologías en la industria manufacturera es el desafío central que atender. Entre los factores limitantes u obstáculos a su adopción en empresas pueden mencionarse la falta de conocimiento de la tecnología y de personal capacitado, limitaciones en la infraestructura de conectividad, la escala del mercado, la dificultad de acceso al financiamiento y tamaño de la inversión, una escasa valoración de la importancia de las nuevas tecnologías digitales sobre la rentabilidad o la resistencia organizacional al cambio, entre otros (Albrieu *et al.*, 2019; Nieponice *et al.*, 2018; European Parliament, 2016; Motta *et al.*, 2019; Pérez González *et al.*, 2018; Roland Berger, 2016b).

Además de estas limitantes, el diagnóstico productivo presenta dos problemáticas particulares que constituyen un particular desafío para el caso de Argentina, que son: la posibilidad de que el proceso de *upgrading* tecnológico aumente la heterogeneidad estructural de la industria manufacturera y la posible reedición de desigualdades y relaciones conflictivas entre pymes proveedoras y grandes empresas (nacionales y extranjeras).

Uno de los factores críticos para la adopción de estas nuevas tecnologías en las pymes industriales argentinas es la existencia de competencias digitales previas (Motta *et al.*, 2019). Aparece entonces como uno de los peligros o amenazas de la extensión de la adopción de tecnologías 4.0 en el mercado argentino, que este aspecto puede ensanchar las brechas de productividad entre las firmas que ya cuentan con competencias digitales previas, y las que no. En América Latina las desigualdades productivas son muy marcadas y el problema de la heterogeneidad estructural –por sus negativas consecuencias en las esferas económica y social–, es una limitante a su proceso de desarrollo, por lo cual la anticipación a este problema es un factor de intervención selectiva para tener en cuenta. Este peligro ha sido además señalado por otros estudios sobre el sector en Argentina (Albrieu *et al.*, 2019; Fernández Franco *et al.*, 2022; Motta *et al.*, 2019), y constituye parte de los desafíos a atender. Todo ello llama a plantear el diagnóstico de la digitalización, tanto desde su efecto en la expansión de sectores y actividades que pueden colaborar en la complejidad de la estructura productiva y de generar un *upgrading* tecnológico transversal a nivel sectorial, como en la medida en que la digitalización

abre una señal de alarma sobre su posible efecto sobre las desigualdades sociales y económicas.

La armonización entre intereses entre grandes núcleos productivos y sus proveedores locales aparece como un desafío particular resultante de los procesos de *upgrading*, pues parte de estas transformaciones involucran la integración y compatibilización de sistemas, equipos y productos. Ocurre que en el desarrollo de sistemas ciberfísicos de producción y la aplicación de IoT se torna necesaria la interoperabilidad entre distintos equipos, y ello conlleva a que haya que establecer protocolos comunes de comunicación entre la maquinaria de las partes (Erbes *et al.*, 2019). De hecho, la productividad y rentabilidad de las mejoras 4.0 en los grandes establecimientos depende de que sus proveedoras se adapten a los nuevos estándares, métodos y sometan sus sistemas de información a ser integrados con la de los núcleos organizadores de las tramas productivas (European Parliament, 2016).

Esto abre al peligro de que se manifiesten problemas derivados de las desigualdades de poder de las grandes sobre sus proveedores pymes en cadenas globales de valor (CGV) manufactureras (por ejemplo, en la industria automotriz o algunos segmentos de la alimenticia), que obren como limitantes a la difusión. Por tanto, aparece el desafío particular de la construcción de acuerdos sobre la distribución de los costos y beneficios de las acciones de modernización de las firmas proveedoras de las cadenas productivas, y las características del tipo de *upgrading* en particular que se llevará adelante. Este es un foco de intervención para considerar ser atendido por el proyecto.

En tanto la expansión de la digitalización en la manufactura sea una meta de política, es necesario morigerar el componente importado de tal proceso de *upgrading*. Actualmente el grado de digitalización de la industria manufacturera es reducido. De considerar una expansión de estos niveles a gran escala, debe considerarse que este proceso demande la menor cantidad de divisas en importaciones, aprovechando la oferta local. Uno de los desafíos complementarios es, por tanto, la utilización de la capacidad instalada en la provisión de soluciones 4.0 para la industria.

La figura 8 resume lo que se deriva como Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) para la expansión de la digitalización de la producción argentina a 2030, a partir de todo el diagnóstico productivo realizado, la revisión de las características de los instrumentos y medidas de política locales, y los aprendizajes de las experiencias internacionales seleccionadas.

Entre las fortalezas, hay que destacar la disponibilidad en nuestro país de un amplio y consolidado sector de software y servicios informáticos, una buena dotación y formación de recursos humanos y la existencia de un buen entramado de instituciones en ciencia y tecnología de soporte, que se manifiesta en diversidad de actores. Esto impacta en las oportunidades que tenemos, ya que existe una incipiente red de centros tecnológicos y UTD disponibles (por lo pronto, un grupo de estos actores relativamente desarticulados), así como la existencia de una amplia y diversa oferta local de proveedores de tecnologías 4.0.

FIGURA 8. MATRIZ FODA PARA LA EXPANSIÓN DE LA DIGITALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ARGENTINA A 2030



Las debilidades y amenazas se retroalimentan mutuamente, y deben especialmente ser atendidas por atención de medidas públicas. Por un lado, entre las amenazas hemos señalado el peligro que implica la elevada heterogeneidad productiva de la industria argentina, así como otro de los aspectos a señalar es la existencia de una multiplicidad de programas dispersos de baja escala, que puede colaborar en que el impacto de los mismos se diluya, y las dificultades globales para la provisión de microchips, semiconductores y sensores. Por último, cabe señalar entre las debilidades cierto rezago en infraestructura de datos para *big data* y *cloud computing*; pero especialmente la ausencia de un entendimiento común entre los actores sobre la concepción y la dirección en digitalización productiva de Argentina.

Todo este análisis y diagnóstico marca el norte hacia los aprendizajes y recomendaciones de lineamientos de política que presentamos en la subsección siguiente.

Aprendizajes y lineamientos de política

Tanto la evaluación de las experiencias internacionales seleccionadas, como el diagnóstico de la dimensión y características de las políticas locales genera una serie de aprendizajes para el

establecimiento de algunas recomendaciones de líneas de políticas que permitan abordar los desafíos planteados en el inciso anterior.

Un factor crucial para que las medidas y políticas de difusión de las tecnologías 4.0 generen un despegue contundente está en la construcción de un entendimiento común entre los diversos actores públicos y privados sobre la concepción y la dirección en digitalización productiva de Argentina. Es uno de los principales aprendizajes que surgen de experiencias internacionales, tales como la alemana o la china. Cuando hay una concepción compartida, los distintos actores hasta toman decisiones de manera autónoma que obran en una dirección tecnológico-productiva coordinada. Actualmente coexisten en el entramado productivo e institucional argentino actores que cuentan con visiones distintas acerca del rol de la digitalización en la producción, algunas compatibles y otras contrapuestas, actores que cuentan con una agenda propia al respecto, y actores que funcionan al margen de este proceso, incluso sin una comprensión acerca de qué se trata la “industria 4.0” en sí o en qué puede afectar su estadio competitivo. La construcción de este tipo de consensos requiere de un proceso que demanda un tiempo y unos esfuerzos particulares, pero que hacen de un camino necesario para potenciar el valor y el impacto de las medidas implementadas y a implementar en el futuro.

El Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0 posee una batería amplia de instrumentos diseñados para abordar cuestiones de sensibilización, capacitación y asistencia técnica. Asimismo, prevé recursos para algunas inversiones y el fortalecimiento de los centros tecnológicos existentes. Estas medidas deben ser sostenidas en una estrategia de Argentina Productiva 2030 para impulsar la difusión de las tecnologías 4.0 en la industria argentina. Existe una buena dimensión de recursos públicos y privados puestos a disposición para impulsar el proceso de difusión de estas tecnologías en la estructura productiva. Sin embargo, del análisis global de las iniciativas públicas, cabe señalar los siguientes aspectos a fortalecer con medidas adicionales complementarias, como lineamientos de políticas recomendadas:

- Implementar un programa de modernización digital de maquinaria industrial de amplio alcance para dar soporte a la conversión de la maquinaria ya existente de las pymes industriales hacia un aprovechamiento 4.0: agregarle sensorización, desarrollar el software interno para la explotación de estos datos, integración informática de la maquinaria con otras áreas de la empresa, etc.
- Evaluar la implementación de un instrumento de financiamiento de la incorporación de personal al interior de las empresas abocado a la digitalización de manera permanente o semipermanente, dado que prácticamente todos los instrumentos existentes financian personal externo a las firmas/consultores.
- Jerarquizar, difundir y coordinar los centros tecnológicos y unidades de transformación digital (UTD) que hoy están operando de manera descentralizada y descoordinada. Por ello se propone evaluar la creación de una entidad (público-privada) coordinadora de las actividades 4.0 capaz de asegurar la cobertura federal.

- Implementar un programa de desarrollo de proveedores 4.0 que articule y armonice procesos de integración de sistemas informáticos y maquinaria digital de grandes empresas y sus proveedores, con foco en la sustitución de importaciones.
- Apoyar la consolidación de una empresa privada/mixta para la provisión de servicios de computación de alto desempeño. En la actualidad no existen centros de computación de alto rendimiento operados por actores privados y aunque las empresas pueden potencialmente acceder a los servicios de los centros adheridos al Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño (SNCAD), las necesidades y tiempos de uso del equipamiento que requiere el sector privado difieren de las necesidades que tiene el uso académico de la CAD.
- Estimar y evaluar la inversión en infraestructura de datos *cloud* soberana y/o el desarrollo de grandes proveedores de locales para nube (por ej., Arsat) que permita a la industria contar con un servicio de alojamiento en la nube accesible.
- Generar herramientas de monitoreo anuales de adopción del paradigma 4.0 en la industria manufacturera. Para ello, se recomienda aprovechar la infraestructura de encuestas periódicas a empresas existentes en otros organismos nacionales (INDEC, Ministerio de Trabajo, MINCyT), agregando un módulo específico sobre tecnologías 4.0. Evaluar su aplicación una vez al año a: a) la Encuesta de Indicadores Laborales del Ministerio de Trabajo, b) la Encuesta de Utilización de la Capacidad Instalada Industrial del INDEC, y c) la Encuesta Nacional de Empleo e Innovación del MINCyT (en este caso, incorporarlo en cada ronda que se haga, habida cuenta de que no es anual).

PROYECTO 4

INCREMENTAR EL ENRAIZAMIENTO DE LA INDUSTRIA SATELITAL EN EL APARATO PRODUCTIVO NACIONAL



Introducción

El sector espacial es caracterizado por tener un alto costo de entrada (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2020b), y por ser un sector de alta tecnología donde muy pocos países emergentes han realizado inversiones para generar capacidades tecnológicas y productivas a nivel local (Dennerley, 2016), entre ellos Argentina. Esto ha sucedido debido tanto a motivaciones de corto y mediano plazo –satisfacer necesidades locales de servicios satelitales y desarrollar el conocimiento necesario para generarlos y consumirlos–, como de largo plazo –mejorar la infraestructura y crear capacidades industriales y de innovación– (Wood y Weigel, 2011).

En el segmento de las telecomunicaciones satelitales, Argentina es uno de los pocos⁸² actores que han acumulado las capacidades suficientes para desarrollar satélites geoestacionarios (GEO) de telecomunicaciones. Tras haber puesto en órbita dos satélites GEO, la empresa ARSAT tiene actualmente un proyecto activo para construir un tercer satélite de telecomunicaciones. En cuanto a las actividades de observación de la Tierra, aunque son muchos más los países que han podido generar sus propios desarrollos, Argentina, a través de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), también ha logrado alcanzar reconocimiento por la cantidad de lanzamientos e instrumentos puestos en órbita, por su cooperación con otras agencias, en particular con la NASA (National Aeronautics and Space Administration) –con quien ha participado de cuatro misiones (la serie SAC [Satélite de Aplicaciones Científicas])–, y por la complejidad de sus misiones, donde se destacan los dos satélites SAOCOM (Satélite Argentino de Observación Con Microondas) –lanzados en 2018 y 2020– llevando las antenas de radar más grandes puestas en un satélite en órbita con fines civiles (López *et al.*, 2021).

La CONAE y ARSAT han sido hasta el momento los dos articuladores principales de la actividad espacial en Argentina teniendo a INVAP como principal contratista en todos los proyectos satelitales. La CONAE es quien ejecuta las misiones científicas, de observación y de acceso al espacio a través del Plan Nacional Espacial, y ARSAT es quien debe ejecutar y actualizar el “Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035” a partir de su aprobación por Ley en 2015 (Pascuini, 2020).

Los satélites son naves que transportan una carga útil y se colocan en órbita por medio de un vehículo de lanzamiento; estas cargas útiles poseen los instrumentos necesarios para cumplir la misión del satélite y se comunican con equipos en la Tierra. Por lo tanto, dentro de la industria satelital se encuentran actividades asociadas a la provisión de equipamiento terreno, la provisión de servicios de lanzamiento, la fabricación de satélites y sus componentes, y la prestación de servicios satelitales, como los de telecomunicaciones y de imágenes (López *et al.*, 2017). De estas actividades, salvo por las actividades de lanzamiento, donde existen proyectos privados en marcha, en el resto hay empresas e instituciones argentinas ya operando comercialmente.

⁸² Argentina, China, Estados Unidos, India, Israel, Japón, Rusia y la Unión Europea.

Hasta el momento el sector no ha tenido un perfil exportador y las perspectivas de que esto se modifique dependen en parte del tipo de actividades. En el segmento de fabricación de equipos, subsistemas, satélites, lanzadores y servicios de lanzamiento, se trata de actividades con productos y servicios altamente customizados y con flujos comerciales fuertemente regulados y sujetos al control de los gobiernos (López *et al.*, 2017). Aunque el sector a nivel global se ha vuelto muy competitivo recientemente, varios de los segmentos están concentrados en pocos actores, como por ejemplo el de servicios de lanzamiento donde solo dos empresas concentraron el 51% de los lanzamientos en 2020 (ver gráfico 54 más adelante). La posibilidad de exportar del sector depende, además de los precios, del nivel tecnológico, y de las gestiones comerciales de las empresas locales, del esfuerzo llevado adelante por las cancillerías y las presidencias del país oferente (López *et al.*, 2017), campo en el cual Argentina no ha mostrado mayor éxito, registrándose casos contados de exportación en estas actividades aguas arriba. No obstante, hay proyectos argentinos que buscan saltar estas y otras barreras abriendo oficinas en otros países (Pascuini y López, 2022), y en particular la perspectiva puede cambiar cuando los productos espaciales que se ofrecen tienen como objetivo sectores menos protegidos que el espacial, como lo son la prestación de servicios satelitales para usos civiles tanto de consumidores finales como de otros sectores, excluyendo defensa.

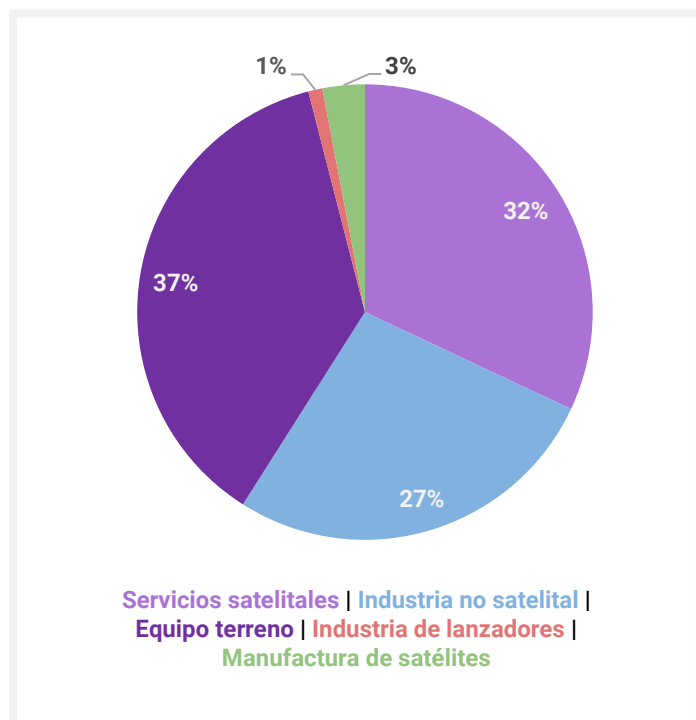
Entre los usos civiles que pueden tener los satélites artificiales se incluyen la prestación de servicios de telecomunicación (telefonía, internet) y televisión, los sistemas de geolocalización, la observación del medio ambiente o el clima, la generación de datos, o la realización de diversos tipos de estudios científicos, entre otros. En tanto, las vinculaciones de la industria espacial con otros sectores van más allá del uso de los servicios de los satélites; en efecto, se trata de un sector fuertemente intensivo en investigación y desarrollo (I+D), que a su vez es difusor de aplicaciones innovadoras para otras actividades tales como medicina, transporte, informática, nuevos materiales y procesos industriales, entre otros (López *et al.*, 2017).

El foco de este capítulo está en proveer un diagnóstico sobre el sector satelital e identificar las oportunidades que allí se presentan y que de aprovecharse pueden contribuir a los objetivos de la Misión Digital. En particular, resulta de especial interés las posibilidades de generar divisas; empleo calificado; internacionalizar empresas de base tecnológica; crear nuevas empresas tecnológicas; crear espacios de vinculación tecnológica entre empresas y actores del sector de ciencia y tecnología; y la difusión del uso de tecnología e información satelital en otras industrias. Esta tarea de diagnóstico e identificación se llevó adelante a partir de un relevamiento de la literatura sobre el sector, tanto global como local donde se ha enfocado en aquella que estudia del ecosistema y capacidades en el país. En este sentido, hay que tener en cuenta que los datos disponibles sobre el sector en Argentina son escasos, sobre todo aquellos que permiten diferenciarlo de otras actividades como la aeronáutica, cuestión de suma relevancia cuando son pocos los actores dedicados exclusivamente a la actividad espacial. Tampoco existe un relevamiento exhaustivo que identifique a los actores que operan parcialmente en el sector, dificultad para la cual ha sido fundamental el relevamiento de la información sobre estos que se encuentra fragmentada en una serie de trabajos académicos realizados hasta el momento, y la realización de una serie de entrevistas con distintos especialistas y referentes de las principales instituciones del sector.

Diagnóstico a nivel global y local

Panorama global

GRÁFICO 52. COMPOSICIÓN DE LA ECONOMÍA DEL ESPACIO (2020)



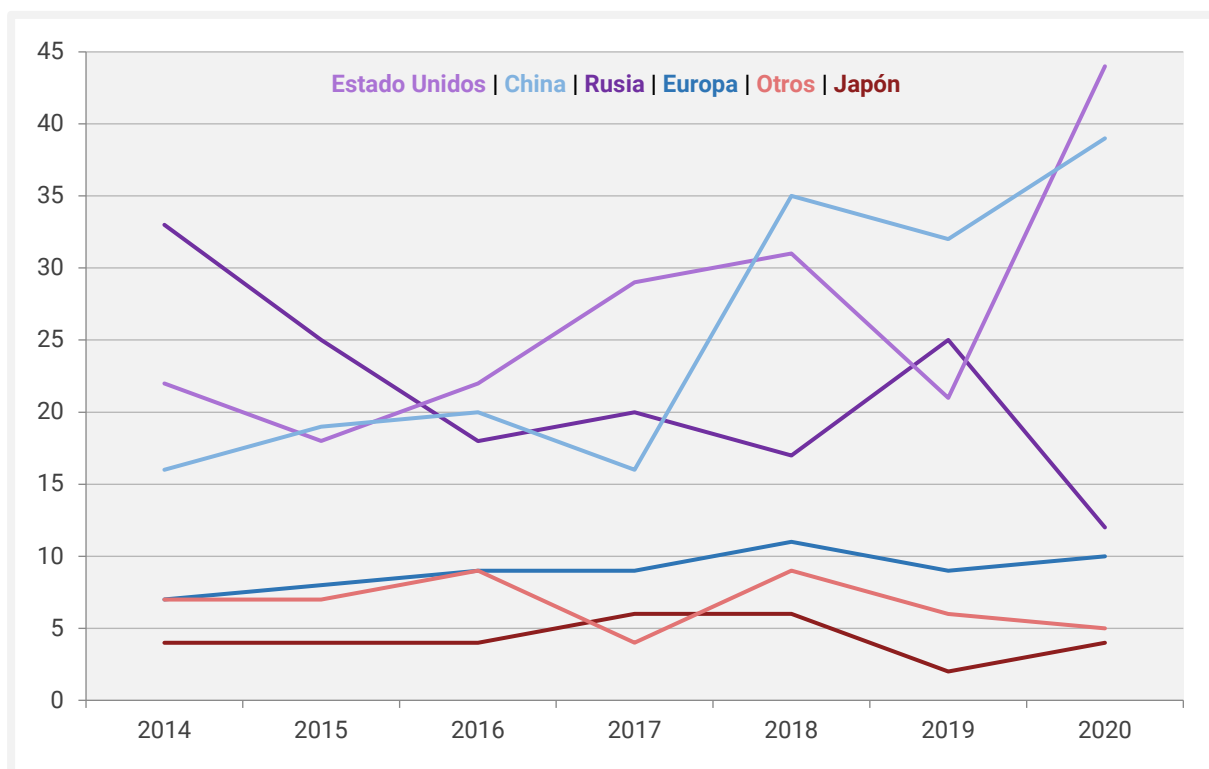
Nota: Servicios satelitales incluye los servicios de telecomunicación y de imágenes, y en Equipo terreno se incluyen, entre otros, los equipos de GPS y de televisión satelital.
Fuente: Pascuini y López (2022: 6) con base en SIA (2021).

en equipos terrenos (37 p.p.), servicios satelitales (32 p.p.), manufactura de satélites (3 p.p.), e industria de lanzadores (1 p.p.) (SIA, 2021). En el gráfico 52 se puede ver una desagregación del ingreso de la economía del espacio en sus partes componentes, de acuerdo con los datos del reporte anual de la SIA ya mencionado.

Según datos de la OECD (2019) para el año 2018 ya más de 80 países poseían satélites en órbita, y más de 10 habían logrado hacer sus propios lanzamientos. No obstante, la mayoría de estos lanzamientos se encuentra concentrada en dos países; en 2020 más del 70% de los 114 lanzamientos fue realizado por Estados Unidos (44) y China (39) (Pascuini y López, 2022). En el gráfico siguiente se puede ver la evolución de los lanzamientos realizados por los diferentes países.

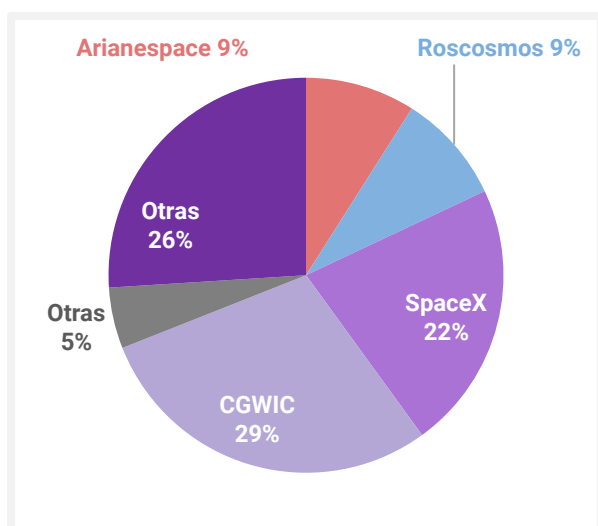
Una forma de abarcar todas las actividades en torno a la exploración, comprensión, gestión y uso del espacio es bajo el concepto de “economía del espacio” (OECD, 2012: 20). De acuerdo con los reportes anuales de la Satellite Industry Association (SIA) (2015, 2021), los ingresos de la “economía del espacio” a nivel global crecieron un 15% en seis años, pasando de USD 323.000 millones en 2014 a USD 371.000 millones en 2020. El presupuesto gubernamental espacial global en 2019 fue de USD 95.200 millones, en tanto, la industria satelital pasó de representar el 63% de la economía del espacio en 2014 al 73% en 2020 (Pascuini y López, 2022). En 2020 los 73 puntos porcentuales (p.p.) de la economía del espacio que corresponden a la industria satelital se distribuyeron

GRÁFICO 53. EVOLUCIÓN DE LANZAMIENTOS (2014-2020)



Nota: en la categoría otros se incluyen lanzamientos realizados por India, Israel, Ucrania, Nueva Zelanda y Corea del Norte. Fuente: Pascuini y López (2022: 33).

GRÁFICO 54. DISTRIBUCIÓN DE LOS LANZAMIENTOS POR ACTORES (2020)

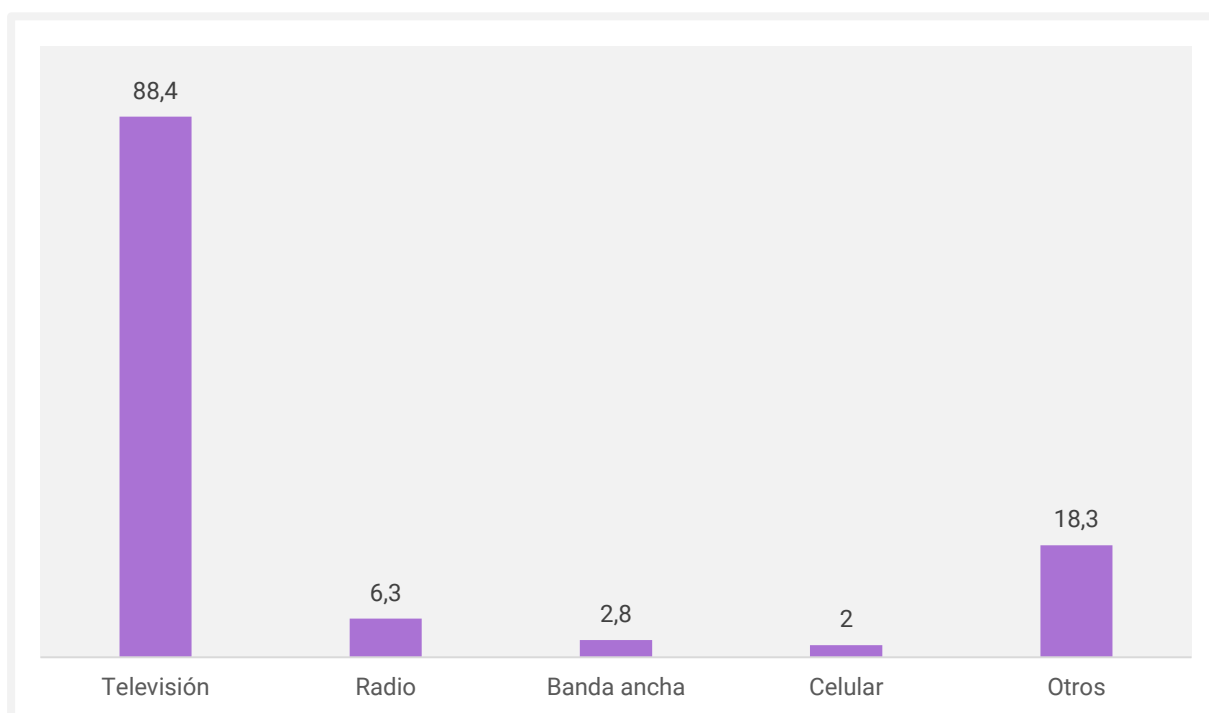


Nota: Dentro de "Otras" se incluyen Rocket Lab, Mitsubishi Heavy Industries, ISRO, y Northrop Grumman, entre otras. Fuente: Pascuini y López (2022: 34).

Observando con más detalle algunos de los segmentos de la economía del espacio, en 2020 el segmento de lanzamientos generó ingresos por USD 5.300 millones (SIA, 2021). En ese año la empresa China Great Wall Industry Corporation (CGWIC), controlada por el Estado chino, fue la que más lanzamientos hizo, contabilizando 34; en segundo lugar se ubicó la estadounidense SpaceX que realizó 25, y en tercer y cuarto lugar estuvieron la rusa Roscosmos y la francesa Arianespace con 11 y 10 lanzamientos respectivamente (Pascuini y López, 2022). En el gráfico 54 se puede observar la distribución por actores de los lanzamientos realizados en 2020.

Por su parte la fabricación de satélites ha generado ingresos por USD 12.200 millones en 2020, de los cuales 65% corresponden a empresas estadounidenses, colocando ese año 1.194 satélites en órbita, de los cuales el 84% son satélites comerciales de telecomunicación. La industria de servicios satelitales generó en 2020 ingresos por USD 117.800 millones, cuya desagregación se puede observar en el gráfico a continuación.

GRÁFICO 55. INGRESOS GENERADOS POR LA INDUSTRIA DE SERVICIOS SATELITALES, EN MILES DE MILLONES DE DÓLARES, AÑO 2020

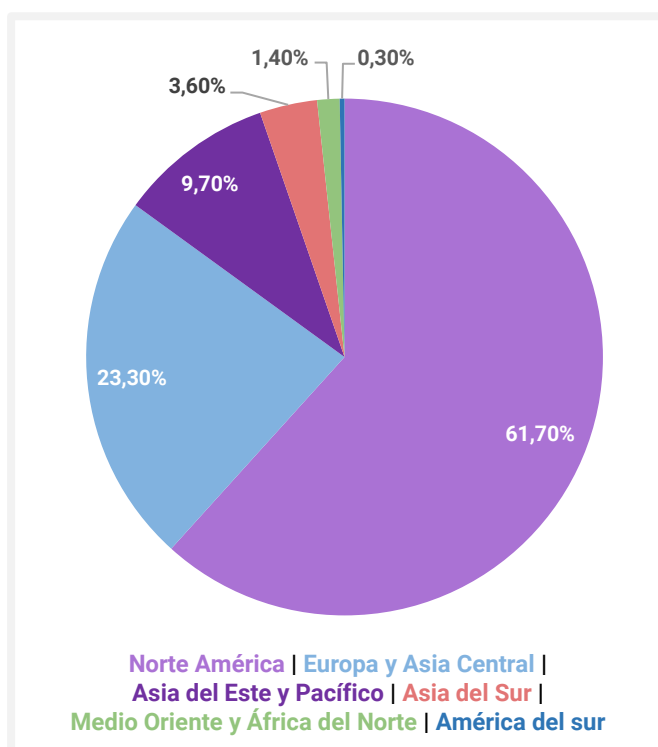


Nota: dentro de otros se incluyen servicios de imágenes y otros servicios de telecomunicación. Fuente: Pascuini y López (2022) con base en SIA (2021).

A su vez, el segmento terreno, o producción de equipo terreno, de la industria satelital generó ingresos por USD 135.300 millones en 2020, de los cuales el 76% corresponde al sistema global de navegación por satélites, y el resto se divide entre el equipamiento de consumidores finales como las antenas de televisión satelital, y equipos de red como VSATs (Very Small Aperture Terminal) (SIA, 2021).

Las empresas de tecnología espacial, o Spaceteck Companies (Spaceteck Analytics, 2022), incluyen tanto aquellas satelitales que se han descrito como las que utilizan tecnología espacial, y las que basan su negocio en la implementación de aplicaciones espaciales, como la utilización de datos generados a partir de satélites. Dentro de este conjunto de empresas, el segmento de negocios que recibió el mayor monto de inversiones durante 2021 fue el de comunicación satelital. Las empresas de manufactura, soluciones de inteligencia artificial y las de suministro de materiales y productos le siguen en importancia en cuanto a los niveles de inversión recibidos (Spaceteck Analytics, 2022).

GRÁFICO 56. EMPRESAS DE TECNOLOGÍA ESPACIAL POR REGIÓN (2021)



Fuente: Spaceteck Analytics (2022).

En el gráfico 56 puede observarse la participación de las regiones entre las empresas de tecnología espacial. Estados Unidos y Canadá concentran la mayor cantidad de empresas, seguidas por la región de Europa y Asia Central. Por su parte en América del Sur se localizan el 0,3% de las empresas Spaceteck (Spaceteck Analytics, 2022).

Entre las empresas manufactureras del sector espacial con mayor nivel de ingresos estimados en 2021 (mayores a los USD 500 millones) se encuentran empresas de Estados Unidos como Northrop Grumman, Boeing y Lockheed Martin, Francia (Dassault Aviation), Japón (NEC Corporation) y de Europa (Airbus) (Spaceteck Analytics, 2022). Respecto a la financiación total obtenida, las empresas que la han liderado en 2021 fueron Maxar, Astra, Spaceflight, AST SpaceMobile y SpaceX de Estados Unidos, Astroscale de Japón, Engineering de Singapur y Spacecom de Israel, en un rango siempre superior a los USD 200 millones. En el siguiente rango, entre los USD 30 y los 200 millones, se encuentran empresas como Avanti del Reino Unido, Terran Orbital de Estados Unidos y la empresa de origen argentino Satellogic (Spaceteck Analytics, 2022), que en enero de 2022 comenzó a operar en la bolsa de Nueva York (NASDAQ: SATL) después de realizar una combinación de negocios con una empresa de Estados Unidos.

Este panorama que muestra niveles de actividad récord, por ejemplo en el segmento de servicios de lanzamiento como se vio en el gráfico 53, no estuvo exento del efecto de la pandemia de COVID-19. Esta también impactó a la industria espacial donde se pospusieron lanzamientos, se generaron retrasos en las cadenas de suministro y limitaciones en el acceso al financiamiento. En particular las empresas pequeñas y medianas tuvieron problemas de financiamiento en el corto plazo debido a la desaceleración de sus entregas a empresas más grandes y al respectivo retraso en los pagos esperados (OECD, 2020b). También hubo una reducción en la disponibilidad de capitales para el financiamiento de las operaciones de las empresas más grandes, por ejemplo para continuar con el despliegue de constelaciones satelitales, y operadores satelitales como OneWeb e Intelsat se reorganizaron bajo el Capítulo 11 de la Ley de Quiebras de Estados Unidos. En el primer caso la empresa fue adquirida por un consorcio integrado por el gobierno del Reino Unido, y en el segundo se pudo obtener el crédito para poder continuar con sus operaciones. Por su parte, las agencias espaciales se

vieron afectadas por la reorientación de los presupuestos gubernamentales a aquellos sectores considerados prioritarios en el contexto de la pandemia, afectando a las pequeñas y medianas empresas que en muchos casos dependen de la ejecución de proyectos impulsados por dichas agencias (Scatteia y Perrot, 2020).

Por otro lado, la pandemia también dio la oportunidad de que el sector muestre la amplitud de beneficios que puede dar a la sociedad. Por ejemplo, los satélites de observación y telecomunicaciones permitieron medir el impacto de los cierres debido al COVID-19 y la posterior recuperación; y los satélites de telecomunicaciones proveyeron conectividad a hospitales, residencias, comercios e instituciones educativas en zonas remotas, y brindaron información a usuarios sobre zonas de alta contagiosidad (OECD, 2020a; UN, 2020). También las capacidades tecnológicas y de I+D del sector permitieron producir equipamiento médico, proporcionar capacidad de almacenamiento y modelado de datos y contribuir con otras necesidades de investigación (OECD, 2020a).

Respecto de las perspectivas de la actividad en el mundo, nos encontramos en un contexto de avance tecnológico y efervescencia industrial únicamente comparable con las industrias de la inteligencia artificial y computación (Pelton, 2019). Bajo el nuevo paradigma de “democratización del espacio”, el acceso al mismo se encuentra tanto en manos de agencias espaciales públicas como de empresas privadas con capacidades tecnológicas propias. A raíz de la acumulación de capacidades en el sector privado, han surgido nuevos mercados para actividades que antes realizaban las agencias espaciales, y que les permiten encontrar nichos tanto en actividades espaciales “hacia el espacio” (*space-for-space industry*), como en actividades espaciales con aplicación en la Tierra (*space-for-Earth*) (Pascuini y López, 2022). El turismo espacial o la minería de asteroides son ejemplos de actividades que dan lugar a estos nuevos mercados.

Es así que se generan mercados donde se comercializan nuevos servicios y productos espaciales, como el turismo espacial o nuevos y más modernos satélites, pero también mercados donde se proveen servicios en la Tierra que devienen de las nuevas actividades y tecnologías espaciales. Algunos ejemplos de estos mercados que intervienen en la vida cotidiana en la Tierra son la prestación en áreas remotas de servicios de internet satelital diseñados para permitir los usos de internet de las cosas, o la provisión, a partir de nuevas constelaciones de satélites, de servicios de imágenes de alta resolución que permiten desde potenciar la productividad en actividades agrícolas o controlar el avance en las obras de infraestructura en áreas remotas, hasta prevenir o reaccionar tempranamente ante catástrofes humanitarias (Pascuini y López, 2022). Otra tendencia se observa en que la actividad espacial se ha alineado con los objetivos de sustentabilidad en un contexto en el que cada vez más gobiernos e inversionistas están enfocados en factores ambientales, sociales y de gobernanza, y donde los servicios de imágenes satelitales les proveen de una creciente cantidad de datos sobre los impactos de las distintas actividades en esos factores. Finalmente, como contracara del auge de la actividad espacial, con mayores lanzamientos y satélites en el espacio, se ha abierto una importante preocupación ante el aumento de la basura espacial y la congestión de las principales órbitas (Spacetechn Analytics, 2022).

Panorama local

Contextualización histórica y acumulación de capacidades tecnológicas

La acumulación de capacidades en el sector satelital argentino resulta de la confluencia de aquellas desarrolladas en el sector nuclear y en la Fuerza Aérea Argentina mediante las actividades de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE). Esta unión de capacidades tuvo lugar tras la creación de la agencia espacial de Argentina, la CONAE, y la cancelación del proyecto Cóndor. Esto permitió la fabricación local de satélites, teniendo como agentes principales a la empresa pública INVAP y a la CONAE.⁸³

En 1950 se crea la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), con el objetivo de darle un marco administrativo al proyecto Huemul.⁸⁴ Aunque este fuera luego cancelado, la CNEA utilizó sus instalaciones y constituyó, en 1955, un centro de formación en física nuclear y aplicada, el cual posteriormente tomaría el nombre de Instituto Balseiro. En 1972, egresados del Instituto Balseiro dieron inicio al Programa de Investigación Aplicada, el cual fue liderado por el Dr. Conrado Varotto y administrado por la CNEA. Los encargados de llevar adelante este programa firmaron en 1976 un convenio con la provincia de Río Negro y la CNEA en donde se conformó la empresa estatal INVAP. Desde sus inicios INVAP alcanzó logros significativos en materia nuclear, desarrollando capacidades que le permitieron luego incursionar en nuevas áreas de alta tecnología, incluyendo el sector espacial.

Por otro lado, en 1960 se había creado la CNIE, dependiente de la Fuerza Aérea Argentina, que junto con el Instituto de Investigaciones Aeronáuticas y Espaciales, de la misma fuerza, construyeron los primeros cohetes de fabricación local, posicionando a Argentina como el primer país en América Latina en lograr este hito. En 1962 entró en funcionamiento el Centro de Experimentación y Lanzamientos de proyectiles Autopropulsados (CELPA), en la provincia de La Rioja, con el fin de proveer las instalaciones para el desarrollo de las actividades de la CNIE. En 1971 se da inicio al proyecto Cóndor, un proyecto misilístico con fines militares. En 1979 se lanza el “Plan de Satelización” que buscaba colocar una carga útil de 200 kg en órbitas bajas. Para llevar adelante los desarrollos de dicho plan se construyó la planta de Falda del Carmen (Córdoba), la cual se inauguró en 1983. Luego de la Guerra de Malvinas, la atención se centró en el proyecto Cóndor que fue finalmente cancelado por presiones internacionales en 1991.

En 1989 se firmó un acuerdo de cooperación tecnológica entre Estados Unidos y Argentina, que es seguido por una gestión bilateral entre la NASA y la Secretaría de Ciencia y Tecnología de Argentina para llevar adelante la serie de satélites SAC. En 1991 se constituye, la CONAE,

⁸³ La reseña sobre la evolución del sector aquí presentada, surge del documento “Integración local y derrames tecnológicos en el sector espacial argentino” (López *et al.*, 2021), publicado por el Consejo para el Cambio Estructural (Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación), donde se pueden ampliar los contenidos.

⁸⁴ Para mayores detalles sobre la historia del proyecto Huemul puede consultarse Mariscotti (1985).

en reemplazo de la CNIE, heredando las instalaciones aeroespaciales de la Fuerza Aérea Argentina ubicadas en la Ciudad de Buenos Aires y Falda del Carmen, el CELPA y parte del personal civil vinculado al proyecto Cóndor. La CONAE es un organismo descentralizado que desde 2016 responde al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y "es el único organismo del Estado Nacional competente para entender, diseñar, ejecutar, controlar, gestionar y administrar proyectos y emprendimientos en el área espacial con fines pacíficos" (Groetzner y Repetto, 2021, pág. 19). Se ocupa de diseñar y ejecutar el Plan Nacional Espacial, cuya primera versión⁸⁵ entró en vigencia en 1995. Si bien en estos planes se especifican los objetivos clave para los proyectos satelitales, de lanzadores y de segmentos terrenos en el corto, mediano y largo plazo, hasta el último plan publicado no han abarcado el área de telecomunicaciones. En 1998 se creó la empresa Vehículo Espacial de Nueva Generación, VENG S.A, controlada por CONAE, que se dedicaría a la fabricación de medios de lanzamiento y tomaría un rol más importante en el sector una década después.

Tras la asignación en 1993 por parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) de una Posición Orbital Geoestacionaria (POG) a Argentina, la Comisión Nacional de Telecomunicaciones adjudicó su explotación comercial a Nahuelsat, un consorcio de empresas privadas extranjeras. Nahuelsat prestó servicios en esa POG desde 1993 a 1997 con satélites alquilados, y desde 1997 hasta 2007 mediante el Nahuel 1A, fabricado por una empresa alemana. En 2007 concluyó la vida útil de este satélite, dos años antes de lo previsto, teniendo que traspasar los clientes que estaban siendo atendidos con el Nahuel 1A a un satélite alquilado parcialmente. En 1998 Argentina había recibido otra POG, de Estados Unidos a raíz de un acuerdo de reciprocidad con este país, cuya explotación también se le adjudicó a Nahuelsat, y la cual se debía ocupar antes del 2002. Sin embargo Nahuelsat no avanzó ni en el reemplazo del Nahuel 1A ni en la ocupación de la segunda POG, por lo que en 2006 el Estado Nacional crea la empresa ARSAT S.A. a quien se transfieren los activos de la Nahuelsat, disolviéndose esta última. Así ARSAT, una Sociedad Anónima cuyo capital accionario se encuentra totalmente en manos del Estado Nacional, se conforma como el operador satelital argentino de bandera. ARSAT, que actualmente depende de la Secretaría de Innovación Pública y del Ministerio de Economía, fue constituido con múltiples objetivos, entre los que se encuentran, además de la operación de satélites, su fabricación y lanzamiento.

ARSAT se convirtió en el segundo actor del Estado Nacional en demandar misiones satelitales (ver apartado Misiones satelitales comandadas por el Estado) a partir de su participación, en conjunto con INVAP S.E., en el desarrollo de los satélites GEO que hoy opera para llevar adelante su principal actividad, la provisión de capacidad satelital. Estos satélites (ARSAT-1 y 2) se lanzaron en 2014 y 2015, año en el que el Congreso de la Nación Argentina promulgó una ley que aprueba y declara de interés nacional el "Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035", el cual incluye un plan de construcción de satélites GEO de telecomunicaciones. En el plan se presenta un cronograma que proyectaba la construcción y lanzamiento de otros

⁸⁵ Respecto de las actualizaciones del plan, según información del sitio oficial de la CONAE, la versión preliminar del "Plan Espacial Nacional 2016-2027" ha sido aprobada por su Directorio y presentada al Poder Ejecutivo Nacional.

8 satélites hasta el 2030, de los cuales 3 debían ser lanzados hasta 2019, lo que no ha sucedido. En esta ley se establece que el Poder Ejecutivo Nacional, por intermedio de ARSAT, es quien ejecutará las acciones necesarias para cumplir el Plan Satelital y actualizarlo mediante revisiones cada tres años donde se propongan las modificaciones necesarias (Pascuini, 2020).

Existen distintas dimensiones a través de las cuales se puede evaluar la complejidad tecnológica de las misiones satelitales⁸⁶, como la órbita, el peso, el nivel de autonomía con que se lleva adelante la misión, y la cantidad de instrumentos. Mientras que la serie SAC estuvo en los rangos de órbita baja (LEO), que va de los 200 a los 1.200 km, 18 años después del lanzamiento del primero de esa serie se lanzó el ARSAT 1 siendo el primer satélite geoestacionario (GEO). Los satélites en esta órbita se ubican a aproximadamente 36.000 kilómetros de altitud. Esto presupone mayores desafíos tecnológicos por varios motivos, incluyendo la exposición a radiación, la vida útil que se le exige a los sistemas y el recorrido que deben transitar hasta llegar a sus órbitas definitivas.

Respecto del peso, la complejidad asociada al diseño y fabricación del satélite aumentan con este porque aumentan los requerimientos de energía y es más compleja la gestión y el procesamiento del tráfico de datos con tierra; a su vez la cantidad de instrumentos que lleva el satélite en general correlaciona positivamente con el peso que este adquiere. En el caso de los satélites de la CONAE se verifica una evolución creciente en su peso, y una evolución favorable en los instrumentos de la serie SAC donde fue incrementándose la participación local, en particular con la integración en las cargas útiles de estos satélites de varios instrumentos desarrollados por muchos organismos de sistema de ciencia y tecnología.

Respecto del nivel de autonomía con el cual se construyeron los satélites argentinos, debe entenderse que construir un satélite LEO con un nivel de integración local casi total puede ser más complejo que construir un satélite GEO con un nivel de integración local bajo, aun cuando el primero se encuentre en una órbita muy inferior. En el caso particular de los ARSAT 1 y 2 se importaron muchos componentes clave, incluida la carga útil completa y los paneles solares, que, por ejemplo, en los SAOCOM donde fueron integrados localmente. En el caso de las misiones de telecomunicaciones, las decisiones de integración local versus importación están condicionadas entre otras cosas por la necesidad de cumplir con los compromisos comerciales asumidos por el operador satelital con sus clientes para proveerles del servicio en tiempo y forma.

En los SAOCOM siguió avanzando el nivel de integración local, por ejemplo a partir de la participación del Departamento de Tecnología de Materiales Compuestos (DTMC) de la CNEA en el desarrollo y fabricación de una estructura de material compuesto tipo "sándwich" para la Antena Radar de Apertura Sintética (SAR por sus siglas en inglés). Aunque los SAOCOM contaron con un solo instrumento de desarrollo local, se trató de una antena de mayor complejidad que otros

⁸⁶ Para ver con más detalle las dimensiones de complejidad tecnológica, ver López *et al.* (2018). El relevamiento de la evolución de estas dimensiones en las misiones argentinas corresponden a una actualización sobre lo presentado en López *et al.* (2021).

instrumentos domésticos incluidos en misiones previas, lo cual se manifiesta por ejemplo en su peso (aproximadamente 1,5 toneladas). De hecho, el SAOCOM es el satélite tecnológicamente más avanzado entre todos los lanzados en América Latina (López *et al.*, 2018).

Recuadro 25. Misiones satelitales comandadas por el Estado

La CONAE, con INVAP como principal contratista, llevó a cabo la construcción de la serie SAC. El primero de los satélites de la serie fue el SAC-B, un mini satélite (191 kg) científico que se lanzó en el año 1996 con el objetivo de realizar estudios avanzados de la física solar y astrofísica. Este satélite funcionó durante 12 horas ya que presentó un desperfecto eléctrico. En segundo lugar, en 1998 se lanzó el SAC-A, misión que finalizó exitosamente un año más tarde. Se trató de un satélite de 68 kg que tenía por objetivo probar los componentes de fabricación local para el desarrollo posterior del SAC-C.

En el año 2000 se lanzó el tercer satélite de la serie, el SAC-C. Se trató de un mini satélite de 485 kg con una carga útil conformada por cámaras de teleobservación de la CONAE y varios instrumentos científicos aportados por diferentes países. Este satélite tenía como objetivos la observación de la Tierra y la realización de estudios del campo geomagnético y de la estructura atmosférica. Finalmente, el SAC-D/Aquarius fue el último satélite de esta serie, lanzado en 2010 con un peso de 1.600 kg. Tenía como objetivo obtener información climática mediante mediciones de salinidad de los océanos, detección de alta temperatura en la superficie terrestre para formular mapas de posibles focos de incendios y mediciones de humedad para pronosticar posibles inundaciones.

El desarrollo satelital argentino continuó en 2010, cuando comenzó a construirse el primer satélite GEO de telecomunicaciones nacional. La misión estuvo a cargo de la empresa ARSAT y con INVAP como principal contratista. El satélite fue lanzado exitosamente en 2014 y continúa en órbita en la actualidad, llevó el nombre de ARSAT-1, fue diseñado para prestar servicios en banda Ku sobre Argentina, pero su cobertura también cubre a Chile, Paraguay, Uruguay, parte de Bolivia, las islas Malvinas y el sector norte de la Antártida Argentina. En 2015 se lanzó el segundo satélite GEO de telecomunicaciones argentino, ARSAT-2, proyecto a cargo de las mismas instituciones, el cual posee capacidad para transmitir en bandas Ku y C y tiene cobertura en Argentina, países del Corredor Andino, una parte de Brasil, Estados Unidos y Canadá. Tanto el ARSAT-1 como el ARSAT-2 pesaron cerca de 2.900 kilos al momento del lanzamiento.

Los últimos satélites lanzados en el marco de misiones comandadas por el estado fueron los SAOCOM 1A y 1B, desarrollados conjuntamente por INVAP y la CONAE. Se trata de dos satélites de observación con microondas (lanzados en 2018 y 2020) que operan con una antena SAR en banda L, algo que solo Japón había alcanzado hasta el momento. El objetivo de la misión integrada por estos satélites es prevenir, monitorear, mitigar y evaluar catástrofes naturales o antrópicas, medir la humedad del suelo y aportar información en episodios de emergencias, tales como la detección de derrames de hidrocarburos en el mar y el seguimiento de la cobertura de agua durante inundaciones, permitiendo también impactos productivos mediante, por ejemplo, aplicaciones en la agricultura y el control de plagas. Ambos satélites SAOCOM, de características técnicas prácticamente idénticas pesan 3.000 kilos.

Fuente: López et al. (2021).

Si bien hasta el momento el desarrollo de la industria espacial argentina ha impactado principalmente en el mercado interno, con contados casos de exportaciones en los últimos años (ver López *et al.*, 2021), sí se han identificado otros beneficios, tanto productivos como sociales, resultantes de su desarrollo, algunos ya efectivizados y otros aun potenciales. En particular, se ha observado como la acumulación de capacidades en tecnologías de sistemas complejos ha servido como base para impactos intersectoriales, generando “saltos” entre actividades de alta tecnología, primero entre el sector nuclear y el espacial y luego del área espacial a la de radares (López *et al.*, 2017).

A su vez, la actividad espacial ha contribuido a la generación de capital humano calificado que recientemente ha dado lugar a la emergencia de nuevos emprendimientos privados en el área. De hecho, algunos de estos proyectos apuntan a desarrollar actividades en las cuales el país no posee antecedentes, como comunicación satelital láser o remolcadores espaciales, y que son parte de las nuevas tendencias globales en la economía del espacio (Pascuini y López, 2022).

A esto se le suman los derrames tecnológicos que benefician (o podrían beneficiar) a la competitividad de otros sectores a partir de los encadenamientos con proveedores, socios y clientes. Finalmente, el desarrollo de la industria espacial argentina también ha generado beneficios sociales, incluyendo, por ejemplo, herramientas para mejorar el control sobre la dotación de recursos naturales, la prestación de servicios de internet a áreas a las que no se puede llegar por fibra óptica, la capacidad para una más rápida reacción ante catástrofes naturales, herramientas de monitoreo costero, instrumentos para el control de fronteras, e investigaciones científicas.

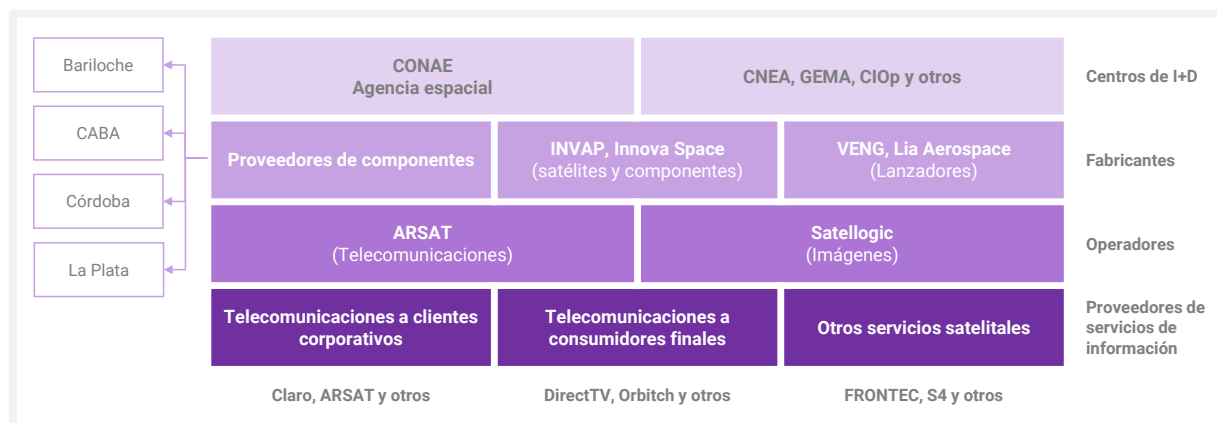
La cadena de valor de la actividad espacial y su distribución geográfica

Una forma de caracterizar la cadena de valor de la economía del espacio, donde como se vio en la sección de panorama global se incluyen las actividades satelitales, es siguiendo los criterios de OECD (2012); si bien esta segmentación puede variar de país a país, surgen a grandes rasgos cuatro eslabones:

- 1.** Centros de I+D, Universidades y Laboratorios, públicos o privados, que cumplen un rol clave en la investigación y ciencia básica, muchas veces a través de contratos con el gobierno o con agencias del gobierno.
- 2.** Fabricantes de satélites, lanzadores y segmentos terrenos, y sus componentes.
- 3.** Operadores, los cuales incluyen tanto a los proveedores de señales satelitales como a los de contenidos digitales. Usualmente estos actores también participan en el siguiente eslabón de la cadena de valor.
- 4.** Proveedores de servicios de información, donde se incluyen generadores de valor agregado e integradores, y proveedores de productos y servicios minoristas que trabajan con desarrolladores de equipos y dispositivos del segmento terreno.

Argentina cuenta con actores en estos cuatro eslabones. En la figura a continuación se presenta esquemáticamente la cadena de valor de la economía del espacio y mencionan algunos actores argentinos por cada segmento, entre ellos los principales.

FIGURA 9. CADENA DE VALOR SIMPLIFICADA DE LA ECONOMÍA DEL ESPACIO ARGENTINA



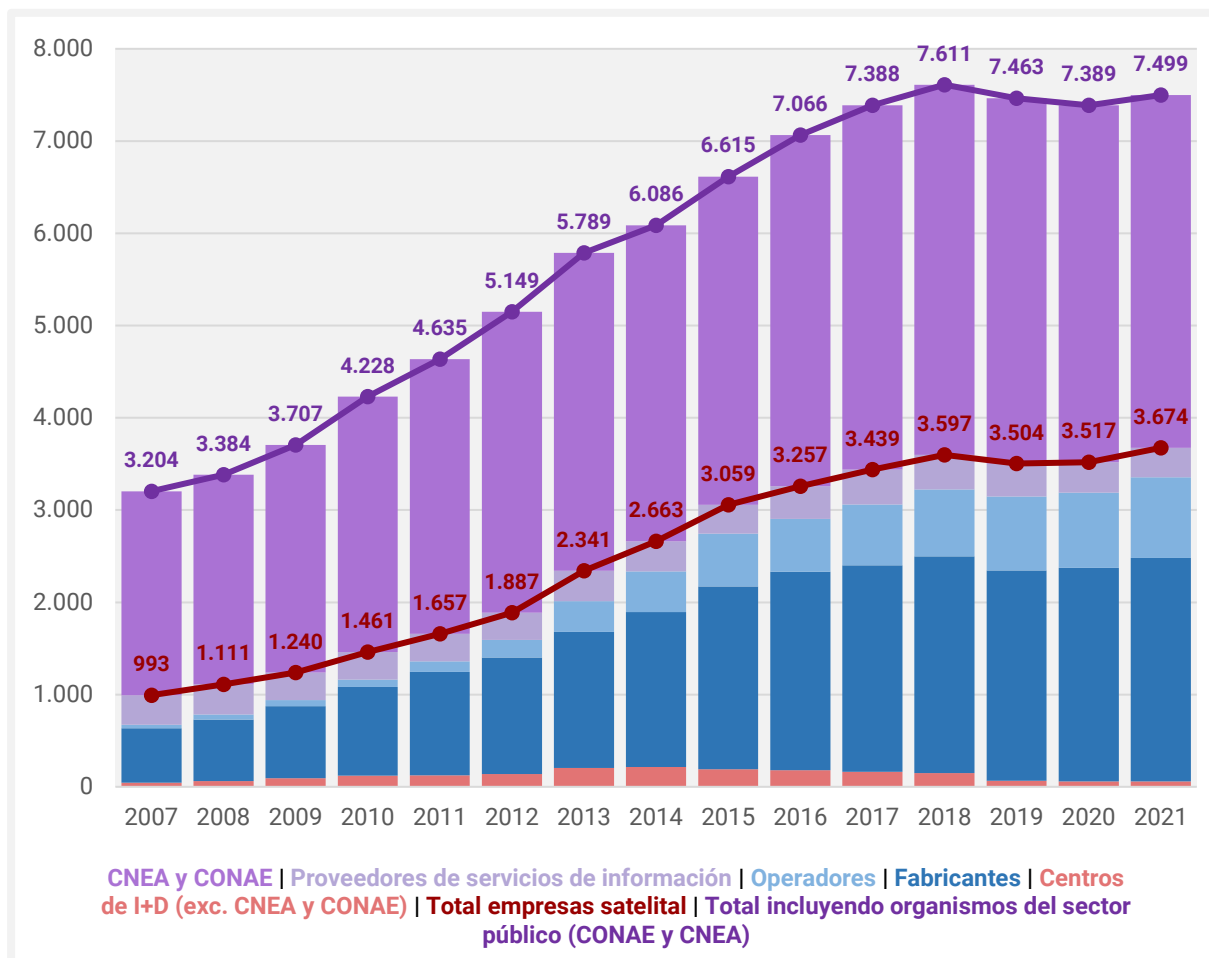
Fuente: López *et al.* (2021).

La estimación de los puestos de trabajo en el sector satelital no es una tarea sencilla, habida cuenta de que existen múltiples empresas que, si bien participan del complejo, tienen como actividad principal otro segmento de negocio. Es el caso particularmente de las empresas de servicios de telecomunicaciones, que en 2021 contaron con 34.341 puestos de trabajo formales, a partir de gigantes como Telefonica, Telecom o AMX Argentina (Claro). En el gráfico a continuación, se muestra la evolución del empleo en los agentes “núcleo” del complejo satelital (ARSAT, VENG, INVAP, CNEA, CONAE, Satellogic, SADE y otras), excluyendo a estas empresas de telecomunicaciones.

Entre 2007 y 2021 el empleo en el sector mostró una clara trayectoria ascendente, solo interrumpida por la crisis de 2018-2019 y la pandemia. A 2021 se contabilizaron 7.499 puestos de trabajo asalariados formales en los agentes del complejo satelital, de los cuales cerca de la mitad (3.674) corresponden a empresas públicas y privadas –esto es, excluyendo a organismos como la CNEA y la CONAE–.⁸⁷ El empleo en las empresas del complejo se explica más que nada por el segmento de fabricantes (2.422 puestos), de la mano de firmas como INVAP, VENG y SADE entre otras. El segmento de operadores (ARSAT y Satellogic) presentó en 2021 cerca de 900 puestos de trabajo, mientras que el de centros de I+D (excluidos CONAE y CNEA) y proveedores de servicios de información no llegan a los 500 puestos. De los 3.674 puestos mencionados, el 17% son mujeres.

⁸⁷ Vale aclarar que el empleo de la CNEA (3.553 puestos en 2021) es contabilizado aquí en su totalidad, por la imposibilidad de discriminar cuánto corresponde al segmento satelital. Esta cifra debe considerarse como una cota máxima, ya que esta institución tiene como foco principal el complejo nuclear argentino.

GRÁFICO 57. PUESTOS DE TRABAJO ASALARIADOS FORMALES EN AGENTES DEL COMPLEJO SATELITAL



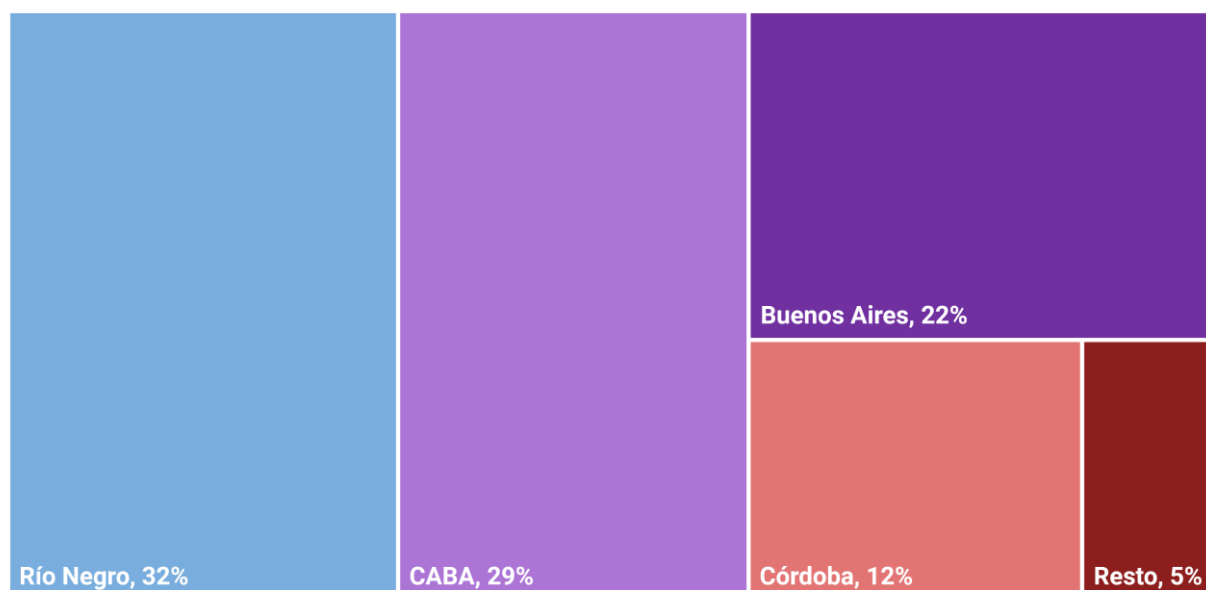
Fuente: elaboración propia con base en SIPA y Pascuini *et al.* (2021). No se incluyen empresas de servicios de telecomunicaciones, que contabilizaron 34.341 puestos en 2021. Ver anexo 2 para el mapeo de actores relevados. Es necesario aclarar que esto no responde a un relevamiento exhaustivo, sino que pretende con la información disponible realizar la mejor identificación posible de los *hubs* donde se concentran los actores de los distintos segmentos de la cadena de valor.

El complejo satelital está mayormente distribuido en cuatro provincias: Río Negro (que da cuenta del 32% del empleo formal en las empresas del sector, gracias a firmas como INVAP), CABA (29%, en donde hay filiales de las principales empresas del sector), provincia de Buenos Aires (22%, explicado principalmente por partidos del AMBA, donde se encuentra por ejemplo ARSAT) y Córdoba (12%, en donde se radica el grueso del empleo en VENG).

Como se mencionó anteriormente, fuera de CABA y alrededores las únicas dos provincias donde se aglomeran las empresas son Río Negro, en particular en la Ciudad de Bariloche, y Córdoba, donde se ubican varias empresas que pertenecen al segmento de Fabricantes y son proveedores de componentes. Varias de estas empresas de Córdoba pertenecen a la Cámara Argentina Aeronáutica y Espacial (CARAE). La CARAE es una entidad empresarial que representa al sector industrial aeronáutico, espacial y de producción para la defensa nacional.

Sus miembros están abocados al diseño, desarrollo, fabricación, operación y mantenimiento de productos, partes, sistemas y servicios para las actividades mencionadas, entre otras. Tiene 17 empresas socias, localizadas principalmente, como se dijo, en Córdoba (8) y provincia de Buenos Aires (4), además de Catamarca (2), CABA (1), Río Negro (1) y Santa Fe (1). Menos de la mitad de las empresas proveen productos o servicios vinculados a la actividad espacial, y la mayoría de ellas lo hacen también para el sector aeronáutico.

GRÁFICO 58. DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DEL EMPLEO FORMAL EN LAS EMPRESAS DEL RUBRO SATELITAL, 2021



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

Respecto de Bariloche, allí existen alrededor de 15 empresas privadas que han participado de misiones espaciales, y algunas de ellas también pertenecen a la CARAE. La ciudad tiene una alta concentración de empresas, instituciones y actividades científicas y tecnológicas, y abarca diversas áreas entre las que se destacan la espacial, nuclear, radar, nanotecnología, y energías alternativas, entre otras. En ella se encuentra ubicado el Parque Productivo Tecnológico Industrial Bariloche (PITBA), una iniciativa de la provincia de Río Negro que tiene por objetivo conectar el potencial científico, tecnológico y académico con empresas y organizaciones del sector público, en el que se encuentran instaladas las empresas del sector espacial INVAP y Mecánica 14. En Bariloche también se encuentran emplazadas empresas que son *spin off* del Instituto Balseiro y de INVAP, y a su vez son proveedores de esta última. La ciudad se caracteriza por tener muchos graduados y doctores en carreras afines a las actividades de INVAP y de los *spin off* a los que se hizo referencia. Vale mencionar que en Bariloche no se dictan en la actualidad carreras vinculadas al software, algo que según surge del trabajo de campo es una necesidad del sector donde se requieren profesionales que puedan trabajar con procesamiento de datos.

Identificación de empresas e instituciones por eslabón de la cadena de valor

Los actores que componen al ecosistema espacial son diversos, tanto por la naturaleza de sus actividades, las cuales se encuadran en distintos eslabones de la cadena de valor, como los nichos de negocio a los que apuntan (por ej. proveedores que apuntan al mercado local y *startups* que se orientan al mercado internacional), naturaleza jurídica (por ej. Sociedad del Estado, Sociedad Anónima, organismos descentralizados del Estado) y propiedad (por ej. del Estado Nacional, Provincial, privada). A continuación, se intenta dar cuenta de estas dimensiones identificando las principales empresas e instituciones de los distintos segmentos de la cadena de valor de la economía del espacio. Se describen desde los Centros de I+D hasta proveedores de servicios de información, donde se profundiza sobre una serie de aplicaciones de información satelital que conecta a este sector tanto con otras industrias como con actividades de gobierno. Luego del segmento de fabricantes se presenta un apartado sobre una serie de *startups* espaciales de actores argentinos.

Centros de I+D

En el primer eslabón de la cadena de valor se encuentra la CONAE, que como parte de sus actividades de I+D diseña misiones y desarrolla equipos y componentes, junto con universidades, laboratorios y otros actores como la CNEA⁸⁸, organismo autárquico dependiente de la Secretaría de Energía de la Nación, el Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados (GEMA) de la Universidad Nacional de la Plata (UNLP) o el Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp) del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), entre otros. Muchos de los centros de I+D también se encuentran en el siguiente eslabón de la cadena por ser proveedores de componentes y servicios asociados a las misiones satelitales (López *et al.*, 2017).

La CONAE, que es el principal actor en este eslabón de la cadena, tiene un directorio presidido por el titular del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación, que también aporta otros representantes, a quienes se suman miembros de la Secretaría de Innovación Pública de la Jefatura de Gabinete de Ministros y de los Ministerios de Economía, Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, Defensa, y Educación. En 2021 tuvo un presupuesto de \$7.450 millones y posee más de 250 empleados.⁸⁹ El objetivo de esta agencia es promover y ejecutar actividades en el área espacial con fines civiles, incluyendo la producción, la innovación, la educación y los desarrollos científicos necesarios; también participa directamente en el desarrollo de los satélites para sus proyectos, por ejemplo, realizando la ingeniería de sistemas y la gestión. La CONAE cuenta con tres centros espaciales y una estación terrena (López *et al.*, 2021) y tiene en su haber 6 misiones satelitales, de las

⁸⁸ Dentro de la CNEA ha sido de suma relevancia para las misiones satelitales argentinas el rol del Departamento de Energía Solar (DES), por su contribución en los subsistemas de energía (López *et al.*, 2021).

⁸⁹ Información publicada en noviembre de 2021 por la Secretaría de Innovación Pública de la Jefatura de Gabinete de Ministros y de los Ministerios de Economía, Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, Defensa, y Educación.

cuales dos satélites (SAOCOM 1A y 1B) se encuentran actualmente operativos. Para formar recursos humanos en el área espacial, la CONAE cuenta con una oferta de postgrados, a través del Instituto de Altos Estudios Espaciales “Mario Gulich”, creado por la CONAE y la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), y orienta esfuerzos de investigación en radioastronomía desde el Instituto Colomb (CONAE/Universidad Nacional de San Martín, UNSAM). También brinda educación a distancia con cursos para profesionales, docentes, estudiantes y emprendedores, como el Programa 2Mp, que tiene por objetivo de masificar el uso de la tecnología satelital en las escuelas de educación primaria y media.

Fabricantes

En este segmento se presentan los principales actores vinculados a la producción de satélites, en primer lugar con capacidad de integrar satélites, y en segundo lugar los proveedores de componentes, equipos y subsistemas. Luego se reseña la actividad asociada a la construcción de lanzadores.

INVAP es el actor principal en el eslabón de fabricantes, debido a su capacidad para llevar adelante proyectos satelitales completos (a excepción del lanzamiento). Es una Sociedad del Estado, propiedad de la Provincia de Río Negro y sus instalaciones centrales están localizadas en la ciudad de Bariloche, ha sido y es el principal contratista en los proyectos satelitales llevados adelante desde el Estado. INVAP desarrolla proyectos satelitales, nucleares, de “defensa, seguridad y ambiente” (aquí se incluyen por ejemplo proyectos de radares y naves no tripuladas), y de sistemas médicos, donde incursiona a partir de la aplicación de tecnología nuclear. INVAP emplea más de 1.400 personas, en su mayoría técnicos y profesionales. Dado que una parte del personal se asigna a las distintas áreas según el volumen de proyectos respectivo no es posible estimar un número de personal dedicado exclusivamente al área satelital. Las ventas consolidadas de la empresa por proyectos aeroespaciales en el ejercicio concluido en junio de 2021 superaron los \$1.880 millones. En 2019 se creó la empresa GSATCOM, un *joint venture* entre INVAP y la empresa Turkish Aerospace Industries (TAI)⁹⁰, que está desarrollando un sistema de propulsión eléctrica para satélites GEO de telecomunicaciones, que será utilizado en el nuevo satélite que INVAP está construyendo a pedido de ARSAT.

También existen otros actores que han mostrado capacidades para poder construir satélites que actualmente están en órbita y que son propiedad de capitales privados. Uno de ellos es Satellogic, un operador satelital que está verticalmente integrado y construye sus propios satélites (y no para terceros al menos por ahora) para proveer servicios de imágenes satelitales, por ese motivo se mencionará en el eslabón de operadores. El otro es Innova Space, una *startup* de Mar del Plata que como tal se mencionará en el apartado dedicado a *startups* espaciales argentinas. En dicho apartado también se hace referencia a otros

⁹⁰ El 54,49% de sus acciones se encuentra en poder de la Fundación de las Fuerzas Armadas de Turquía (TAFF), el 45,45% pertenece a la Subsecretaría de Industrias para la Defensa y el 0,06% restante a la Asociación Aeronáutica Turca (López *et al.*, 2021).

proyectos que se enmarcan en el eslabón actividades de fabricación como Epic Aerospace y Skyloom Global. Varios de estos proyectos, que por el momento están enfocados en el desarrollo de infraestructura, como dispositivos y naves, tienen como fin último convertirse en empresas que presten servicios de diferente tipo, con lo cual podrían eventualmente ubicarse en otros eslabones de la cadena de valor, como en el mencionado caso de Satellogic.

Respecto de los proveedores de componentes, insumos, servicios de ensayos y subsistemas, existen alrededor de 50 empresas e instituciones (López *et al.*, 2017), que están nucleadas en cuatro puntos a lo largo del país: Bariloche, CABA, Córdoba y La Plata. Por citar algunos ejemplos, en Bariloche se ubican proveedores de INVAP como Mecánica 14; en CABA, la empresa Sade; en Córdoba, empresas como ASCENTIO y DTA, ambas socias de la ya mencionada CARAE; y finalmente en La Plata, el GEMA (López *et al.*, 2021). En el anexo 2 se presentan todos los actores del eslabón de fabricantes que han sido identificados en distintos estudios sobre el sector. Otro actor que podría ubicarse en este eslabón de proveedores, aunque en este caso de servicios, es el Centro de Ensayos de Alta Tecnología Sociedad Anónima (CEATSA), una empresa creada en septiembre de 2010 que pertenece en un 89,5% a INVAP y en un 10,5% a ARSAT, cuyas instalaciones se ubican en el predio de INVAP, y son operadas por su personal. Esta empresa, que tiene por objeto brindar servicios de ensayos de alta complejidad a la industria satelital y a otros sectores, ha estado hasta ahora abocada a atender los proyectos que se llevan adelante en INVAP. La inversión realizada rondó los USD 40 millones y cuenta con equipamiento de muy alta sofisticación para la realización de ensayos ambientales en proyectos satelitales, equipamiento que también tiene variadas aplicaciones potenciales para el análisis de equipos, estructuras, vehículos, sensores, y sistemas de adquisición de datos utilizados en otras industrias (López *et al.* 2017).

Con el objetivo de colocar en órbita los satélites propios, la CONAE busca desarrollar tecnología nacional para los futuros lanzamientos. La empresa VENG, cuyo capital pertenece casi totalmente a la CONAE, ha funcionado como la principal contratista de sus proyectos de lanzadores. VENG opera en segmentos terrenos y en la fabricación de lanzadores (López *et al.*, 2021). Ha sido el principal contratista en el desarrollo de los lanzadores Tronador I y II, este último planificado para generar la capacidad de realizar entre 5 y 10 lanzamientos anuales, lo cual sería funcional para las misiones de la CONAE pero también para prestar servicios a terceros. La continuación de los proyectos de lanzadores se denomina Tronador III elevando la altitud de los lanzamientos y la capacidad para transportar carga útil. En julio de 2020 se presentó el Vehículo Lanzador Espacial (VLE), que representa un paso intermedio en el desarrollo del Tronador III (López *et al.*, 2021). Recientemente se ha anunciado que VENG trabajará junto con la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) en el Proyecto Universitario de Lanzadores Espaciales (PULE). Este proyecto universitario abarca las etapas de diseño, construcción y operación de un lanzador satelital de acceso rápido al espacio, para colocar nano y pico satélites (carga útil de hasta 4 kg) en órbita baja (hasta la primera órbita espacial situada a unos 100 km de altura). El mismo tiene como objetivo responder al desarrollo académico, la investigación y el mercado de nano satélites, bajo la modalidad de innovación abierta.

Recuadro 26. *Startups* espaciales

En este apartado se describen proyectos espaciales de actores argentinos privados. Entre ellos existen actores que se diferencian entre otros aspectos por su tamaño, por las fuentes de financiamiento utilizadas, y por su lugar de radicación, pero que comparten el uso de capital humano argentino. Aquí se presentan los rasgos principales de una serie de proyectos relevados recientemente (Pascuini y López, 2022), donde aunque se ubican en distintos lugares de la cadena de valor, todos participan de las nuevas tendencias en la actividad espacial, en particular con iniciativas orientadas a la comunicación satelital láser, la provisión de servicios en órbita, el desarrollo de constelaciones de órbita baja, y el desarrollo de servicios privados de lanzamiento en nichos de mercado.

Skyloom Global es una *startup* fundada en 2017 por dos ex empleados de INVAP en la que en 2021 trabajaban 80 personas, de los cuales aproximadamente la mitad lo hacía de manera remota desde Argentina. La empresa realiza sus desarrollos en su fábrica piloto de San Francisco, Estados Unidos, donde fabrica tiradas pequeñas de los dispositivos de comunicación láser, y en 2022 planean tener también en esa ciudad una planta de producción a escala para la etapa industrial. La empresa asimismo contrata servicios de desarrollo de software con la firma Emtech de Bariloche, la cual pertenece al ecosistema espacial argentino. La empresa ya trabaja con una contratista del Departamento de Defensa de Estados Unidos a quien acordó proveerle un sistema de interconexión láser entre satélites LEO para una constelación de aproximadamente diez satélites que será lanzada en 2022. En este tipo de proyectos Skyloom Global desarrolla los dispositivos de interconexión láser, para incorporarlos en los satélites que conforman la constelación del cliente. El financiamiento de la empresa proviene principalmente de los contratos por venta de dispositivos, y de las inversiones realizadas por *venture capitals*. En 2018 el fondo de inversión argentino Draper Cygnus realizó una inversión de aproximadamente USD 1,5 millones en la empresa, y en 2021 el fondo especializado en la industria espacial SpaceFund, el cual ha realizado inversiones en compañías tales como SpaceX, Axiom Space y Space Forge, también realizó inversiones en Skyloom Global.

Epic Aerospace es una *startup* fundada en 2019, que en 2021 tenía 21 empleados y hasta ese momento se había financiado con inversiones de *venture capitals* de Estados Unidos y Europa. El proyecto tiene como objetivo gestionar una red de transporte orbital vinculando a clientes que necesitan mover sus naves en el espacio con proveedores de servicios de transporte para esas naves. Sin embargo, como la oferta de este tipo de servicios de transporte aún no está desarrollada, en una primera fase la empresa está desarrollando sus propios remolcadores que se encargarán de transportar los satélites entre órbitas. La empresa está radicada en Estados Unidos con sede en California, mientras que en Buenos Aires posee un sitio de ensayos para realizar sus actividades de I+D. En agosto de 2021 se habían completado exitosamente en Tierra algunos ensayos de las naves para órbitas baja y geoestacionaria, entre ellos las pruebas del sistema de propulsión que la propia empresa desarrolla para los remolcadores, y que será química, lo que permite conseguir un acortamiento en la duración de las maniobras respecto a la propulsión eléctrica. A la vez, estaba construyendo una nueva sede en Uruguay, con una sala limpia donde se llevarán adelante las fases industriales de sus proyectos.

Continúa.

Continuación.

Innova Space es una *startup* argentina fundada en 2019 que a principios de 2022 lanzó su primer satélite y tiene planes para conformar una constelación de 100 satélites para proveer servicios de IoT. La empresa obtuvo en 2020, a través del Programa SOLUCIONA del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación, el financiamiento para el desarrollo del satélite. Adicionalmente, el impulsor de *startups* argentino Neutrón, perteneciente al Grupo Núcleo, había financiado parcialmente las actividades de la empresa. Neutrón le provee soporte con las actividades de marketing, finanzas y legales, y permite que Innova Space utilice sus instalaciones en Mar del Plata, donde actualmente funciona el laboratorio de la empresa. Innova Space integra sus propios subsistemas para el satélite, haciendo uso de componentes electrónicos importados, principalmente *chips* que son comercializados como CotS (*Commercial-off-the-shelf*) y de placas electrónicas que son de manufactura local. El satélite lanzado será el primero de una serie de demostraciones tecnológicas pensadas con el objetivo de probar la plataforma de servicios de IoT que estará orientada a sensorización; esto es, se encargará de recolectar y transmitir datos generados por sensores ubicados en zonas remotas o poco conectadas donde se realice explotación minera, petrolera, o agropecuaria. Para sus desarrollos la empresa colabora con varios actores del ecosistema local, por ejemplo, la CNEA, que presta el servicio de integración de las celdas solares, o el GEMA, que le provee los servicios de ensayos ambientales. Además, colabora con otras *startups* de la industria; por ejemplo, en junio de 2021 había realizado un vuelo de prueba suborbital de un prototipo de su satélite a bordo del prototipo de lanzador de la empresa argentina TLON Space (Pascuini y López, 2022). En abril del 2022 la empresa acordó con el gobierno de Catamarca la instalación en esa provincia de su primer telepuerto satelital, lo cual a la vez que le permite acceder a profesionales de esa provincia y amplía la distribución geográfica de las actividades espaciales que se llevan adelante en el interior del país.

TLON Space es una pyme fundada en 2005 que busca ofrecer servicios de lanzamiento de nanosatélites a órbita baja entre los 500 y 800 km de altura. En noviembre de 2021 contaba con 15 empleados directos y otras 15 personas fuera de la empresa trabajando de manera exclusiva para TLON. La empresa se encuentra desarrollando su lanzador de dos etapas Aventura I, cuya primera etapa planean que sea reutilizable. Respecto de su vinculación con el resto del ecosistema local, TLON cuenta con una validación tecnológica otorgada por la CONAE, y entre sus proveedores se encuentran varias empresas argentinas que han participado de los proyectos Tronador de la CONAE, incluida la empresa VENG, quien le brinda servicios de testeo a TLON, y otras que han participado en otros proyectos satelitales de la agencia. TLON Space dispone de instalaciones, ubicadas en la zona norte de la provincia de Buenos Aires, para la construcción y ensayo de sus propios motores híbridos, cuenta con un puerto espacial en la costa argentina, desde donde se realizan los lanzamientos de prueba y se espera llevar adelante los lanzamientos comerciales, y planea eventualmente instalar nuevos puertos espaciales en otros países en el hemisferio norte.

LIA Aerospace es una empresa radicada en CABA que cuenta con seis personas trabajando a tiempo completo y posee un laboratorio en la provincia de Buenos Aires donde realiza ensayos, y dónde se está desarrollando una serie de demostradores tecnológicos llamados Zonda. El proyecto apunta a proveer servicios de lanzamiento de cargas de entre 100 a 200 kg a aproximadamente 500 km, con un vehículo lanzador llamado Procyon que será desarrollado íntegramente por la empresa y se estima que estará disponible para comercializar sus servicios a finales de 2024. Si bien la empresa no mantiene acuerdos de cooperación ni vínculo formal con la CONAE o VENG, quienes poseen instalaciones y experiencia en lanzadores, sí se abastece con varios proveedores locales del sector aeroespacial para sus propios desarrollos. Hasta el momento, las fuentes de ingreso de la empresa han provenido principalmente de inversores ángel, y está considerando la posibilidad de abrir una oficina en Europa que permita facilitar la obtención de capital en el exterior.

Aunque las actividades que han caracterizado a VENG han sido las de fabricación de lanzadores, desde 2015 también ha empezado a operar en otros eslabones, comenzado a ocupar un rol más activo como el brazo comercial de la CONAE (López *et al.*, 2021). Actualmente comercializa las imágenes y productos que surgen de la misión SAOCOM, donde la empresa prevé ofrecer un sendero evolutivo de soluciones basadas en información satelital. Además, VENG ofrece soluciones a medida en proyectos de acceso al espacio y satelitales y comercializa los servicios provistos por las estaciones terrenas de Córdoba y Tierra del Fuego –se trata de servicios de descarga de datos desde satélites y soporte de servicios de Telemetría, Telecomando y Control (TT&C) para satélites y lanzadores–. Fuera del sector espacial VENG también ofrece a la industria en general productos y procesos derivados de la industria espacial.

En el eslabón de fabricantes, también existen proyectos privados que buscan desarrollar medios de acceso al espacio. Se trata de las empresas argentinas Tlon y Lía Aerospace, las cuales son *startups* y se mencionan en el apartado siguiente sobre *startups* espaciales argentinas.

Operadores

En el segmento de operadores se incluyen empresas que operan los satélites, vendiendo distintos tipos de servicios. En el caso de los operadores de satélites de telecomunicaciones se proveen servicios satelitales fijos, móviles, de radio, televisión, y banda ancha, y en el caso de los operadores de satélites de observación de la Tierra se proveen servicios que permiten, entre otras cosas, obtener representaciones visuales de la información registrada por un satélite. Es decir que no necesariamente son fotos, por ejemplo, la información recolectada por un satélite a través de sus sensores puede permitir realizar una representación visual de aspectos que el ojo humano no puede captar a simple vista como la humedad del suelo.

Aunque existen muchos operadores satelitales de telecomunicaciones con pisada (cobertura) sobre Argentina que proveen capacidad satelital, en la actualidad el único operador de telecomunicaciones satelitales de bandera en Argentina es ARSAT y su rol como tal es proveer capacidad satelital a sus clientes, quienes la transforman en servicios que satisfacen necesidades de telecomunicación. No obstante su objeto social incluye diseñar, desarrollar y construir en el país, lanzar y/o poner en servicio satélites geoestacionarios de telecomunicaciones en posiciones orbitales asignadas a Argentina, y explotarlas proveyendo y comercializando servicios satelitales. En 2021 ARSAT contaba con 711 empleados (López *et al.*, 2021) y en ese año sus ingresos corrientes superaron los \$10.000 millones. ARSAT lleva adelante distintas áreas de negocios en función, fundamentalmente, de demandas y planes impulsados desde el Estado nacional. Al presente, sus actividades abarcan cinco unidades de negocios: Televisión Digital Abierta, Red Federal de Fibra Óptica, Centro Nacional de Datos, Satélites ARSAT y CINE.AR Play, donde la unidad de negocios que más ingresos le genera es la operación de los satélites ARSAT-1 y 2.

La demanda de capacidad satelital de ARSAT está conformada principalmente por empresas que proveen TV satelital y servicios de comunicación satelital como Velconet, Tesacom, SES, Telefónica de Argentina, Telecom, Claro, Telespazio y Servicio Satelital, que abastecen a clientes corporativos y consumidores finales. Estas empresas compran capacidad satelital, medida en megahertz, y la transforman en servicios que satisfacen las necesidades de comunicación de los clientes. En este segmento ARSAT se enfrenta a la competencia de otros operadores que poseen satélites con pisada sobre Argentina y que han obtenido *landing rights* (derechos de aterrizaje). ARSAT también provee de servicios satelitales de telecomunicación, es decir que es operador satelital y también vende servicios aguas abajo, a clientes como YPF y el gobierno argentino.

Existe una empresa argentina del sector privado, Satellogic, fundada en 2010 que realiza actividades en el segmento de operación de satélites de observación de la Tierra. La empresa desarrolla sus propios satélites de imágenes, los opera, y utiliza la información que recolectan para proveer distintos tipos de servicios de información, es decir que es un actor que se encuentra verticalmente integrado y realiza actividades en todos los otros segmentos de la cadena de valor⁹¹. Los nanosatélites de Satellogic son construidos siguiendo la estandarización de diseño CubeSat, la cual permite construir satélites con costos bajos y de manera rápida. Gracias a esto el costo por imagen para Satellogic es mucho menor que el de la competencia. En sus inicios la empresa atravesó un proceso de incubación en los laboratorios de INVAP en Bariloche, el cual proporcionó la infraestructura, experiencia, y parte del capital humano que se usó para el diseño, desarrollo y la construcción de sus dos primeros satélites. El Ministerio de Ciencia, Tecnología, e Innovación Productiva de la Nación financió parcialmente el desarrollo de ambos satélites. La empresa, que en enero de 2022 comenzó a operar en el Nasdaq en Nueva York, tiene 340 empleados, lleva adelante la fabricación de sus satélites en Uruguay, realiza el desarrollo de proyectos en Argentina⁹² e Israel, realiza I+D satelital y operación de misiones en Argentina, posee una planta de alto rendimiento en Países Bajos y dispone además de una oficina de *data science* en España y de oficinas de desarrollo de negocios en Estados Unidos y China. Hasta mayo de 2022 llevaba lanzados 34 satélites, los últimos cuatro los puso en órbita el 25 de mayo de 2022 SpaceX (Pascuini y López, 2022)

⁹¹ Aunque, dentro del esquema de la cadena de valor que se ha presentado (figura 9) también sería correcto ubicarla en el eslabón de proveedores de servicios de información, de donde obtiene sus ingresos por ventas, aquí se buscó remarcar que la operación con fines comerciales de satélites de imágenes (un eslabón que en el mundo tiene muchos menos actores que el siguiente) es una actividad donde Argentina también tiene presencia. Por su parte, aunque la operación de los SAOCOM también genera ingresos a partir de la información recolectada que luego es comercializada por VENG, a diferencia de los satélites de Satellogic, no se trata de misiones diseñadas con fines exclusivamente comerciales. Vale mencionar que este tipo de digresiones forman parte de las limitaciones al describir con la versión simplificada de la cadena de valor de la economía del espacio un ecosistema sumamente complejo.

⁹² En Argentina Satellogic tiene facilidades en Córdoba, donde funciona un equipo de desarrollo, y en Buenos Aires, donde realiza I+D satelital y la operación de las misiones.

Satelogic y otras firmas que en el mundo ofrecen imágenes satelitales abastecen a los proveedores de servicios de información. Entre los proveedores de servicios de información que utilizan estos recursos se encuentran emprendimientos argentinos como Frontec, S4 y SpaceSUR, que prestan servicios basados en imágenes satelitales y otras fuentes de datos para clientes en distintos sectores como el agropecuario o gobiernos.

Proveedores de servicios de información

Los proveedores de servicios de información se dividen en generadores de valor agregado e integradores, y proveedores minoristas. Estos actores se vinculan, a su vez, con desarrolladores de equipos e instrumentos terrestres. Los servicios de información satelital se pueden dividir en telecomunicaciones satelitales, observación de la Tierra, y navegación satelital. Los proveedores de servicios de información agregan valor a la capacidad satelital provista por los operadores mediante equipamiento satelital terrestre (*hubs*, antenas *master*, RF, antenas VSAT y módems VSAT, etc.), transformando, por ejemplo en el caso de las telecomunicaciones, la señal de radio proveniente del satélite (Megahertz) en información (Megabits) y viceversa. En el caso de la información provista por satélites de observación la misma es transformada por los proveedores de servicios de información en representaciones visuales de la Tierra que tiene aplicaciones en diferentes industrias. Dentro de los servicios de observación de la Tierra se encuentran, por ejemplo, la observación del ambiente y el clima, el control de fronteras y de la pesca furtiva, el monitoreo de la producción agrícola, la reacción temprana ante catástrofes y la observación para fines científicos. Por su parte, los servicios de navegación satelital permiten, por ejemplo, el desarrollo aguas abajo de compañías que proveen aparatos y servicios de geolocalización que funcionan con sistemas de cobertura global como, por ejemplo, el GPS. En el caso argentino hay proveedores privados de servicios de información tanto en el segmento de servicios de telecomunicaciones (e.g. Telespazio y Servicio Satelital) como en el de servicios de imágenes satelitales (e.g. Frontec, S4, SpaceSUR).

Una ilustración de cómo intervienen los proveedores de servicios de información en las telecomunicaciones es la siguiente: (i) un mensaje originado en un teléfono celular se transmite a una torre de telefonía celular cercana; (ii) esta se conecta con un módem satelital que transforma la información a ondas de radio y las transmite al satélite; (iii) el satélite las retransmite a la antena *master* del proveedor de servicios de información para ser procesadas por un *hub*, (iv) que las transforma nuevamente en información para ser enviada a la compañía telefónica, y (v) de allí al destinatario final.

En este eslabón de la cadena los diferentes actores no necesariamente abarcan el mismo rango de actividades y de servicios, sino que algunos integran verticalmente la cadena aguas arriba y otros aguas abajo, complementando o suplementando las tareas que pueden realizar otros actores no espaciales. El eslabonamiento hacia abajo puede extenderse indefinidamente, incluyendo el mantenimiento de las antenas, la capacitación para ese mantenimiento, el diseño de aplicaciones específicas, etc. Además, existen otros actores aguas abajo que, sin poseer su propia infraestructura, agregan valor. Por ejemplo, realizan el mantenimiento e instalación de antenas en el receptor, distinguiéndose así de los minoristas, que tan solo comercializan un servicio.

Recuadro 27. Conexión con otras industrias

Recientemente la posibilidad de brindar servicios de comunicación satelital a menor costo que antes en zonas donde las torres de telefonía no cubren, como las rurales y marítimas, ha impulsado la proliferación de aplicaciones de comunicaciones satelitales para diferentes sectores productivos. Por su parte, las mejoras en los servicios de satélites de observación de la Tierra (que permitieron bajar tiempos de revisión, extender la cobertura e incrementar la flexibilidad para adaptar las misiones a los requisitos de los clientes) junto con la implementación de herramientas de *machine learning* permitieron la creación de numerosas soluciones productivas basadas en imágenes satelitales.⁹³ En algunas ocasiones, para alcanzar estas soluciones la información satelital es complementada con otras fuentes como los drones, sensores en tierra y otros sistemas de información. El presente apartado pretende dar cuenta de la variedad de estas aplicaciones de información satelital, tanto de la proveniente de satélites de telecomunicaciones como de aquellos de observación de la Tierra.

En el sector de hidrocarburos y minería, las imágenes satelitales permiten realizar mapeos geológicos y apoyar a las actividades de exploración de hidrocarburos, de prospección de petróleo y minería, monitorear infraestructura crítica y realizar un monitoreo multitemporal de construcciones en campo, entre otras aplicaciones. En Vaca Muerta, Neuquén, algunas empresas argentinas proveen conectividad satelital que permite realizar transmisiones de video IP y datos entre el equipo de perforación y la sede central de la empresa ubicada en el exterior. Otro servicio que se ofrece es el acceso a internet para los operarios en los campamentos de exploración y extracción, tanto para conectarse con sus casas centrales para reportar operaciones como con sus familias ya que permanecen en los campamentos períodos largos de tiempo.

En el sector agropecuario argentino las imágenes satelitales permiten brindar seguimiento multitemporal de cultivos, la estimación de rendimientos, daños y pérdidas por eventos adversos y el apoyo a la industria de seguros para ese sector. Además, mediante conectividad satelital se brinda acceso a internet para ingresar a distintas aplicaciones que son necesarias en forma cotidiana (como los trámites bancarios) y videovigilancia de ganado y sembrados y los controles periféricos de los campos.

También existen servicios de información que se pueden prestar a partir de satélites de telecomunicación que pueden ser transversales a diferentes industrias. Por ejemplo, a través de algunas aplicaciones se puede brindar respaldo de redes de conectividad primaria (fibra óptica, radio, telefonía móvil) en caso de cortes o desperfectos en el funcionamiento, funcionando como *backup* para actividades en las cuales es preciso no perder en ningún momento la conectividad. Otros servicios de información satelital permiten monitorear maquinaria industrial en lugares remotos, como maquinaria pesada y vehículos, para perfeccionar su control, mantenimiento y desempeño.

Algunas soluciones basadas en comunicación satelital también poseen impactos ambientales positivos, por ejemplo en el cuidado de la huella hídrica y en la utilización eficiente de energía. Para monitorear de forma remota el flujo de agua utilizado en la industria minera y agroindustrial, se realiza una integración de medidores de caudal y de nivel que permite adquirir la información en el campo y transmitir los datos vía conectividad satelital. En el proceso de distribución eléctrica, al analizar las propiedades de los transformadores en campo para identificar cuestiones como las sobrecargas eléctricas, caídas de tensión, faltas de fases o cortocircuitos en cualquier punto de la red, la conectividad satelital permite tomar medidas a tiempo para reducir las pérdidas de energía en la red eléctrica.

Continúa.

⁹³ La empresa argentina Satellogic ha incursionado en el sector. Tienen la capacidad de realizar hasta 7 visitas diarias de los puntos de interés para prestar servicios de monitoreo de desarrollo de energía, infraestructura, agricultura, forestal, oleoductos y yacimientos, gobiernos, entre otros usos.

Continuación.

Las soluciones basadas en imágenes satelitales utilizada por gobiernos nacionales y locales abarcan diversas áreas: actualización catastral y valuación fiscal; desarrollo urbano, obras y servicios (como el monitoreo de obras de ingeniería civil, de estado de calles, rutas y caminos, parques industriales y basurales); protección civil y emergencias (como la detección temprana de incendios y los mapas de riesgos de inundaciones); y apoyo al control del tráfico y gestión del transporte urbano. En muchas ocasiones estas soluciones satelitales permiten reducir costos en el relevamiento de información y aumentar la recaudación. Una manera en la cual se puede reducir la evasión es mediante la detección de obras clandestinas utilizando imágenes satelitales que permiten detectar la superficie nueva edificada al superponerlas con cartografías digitales de catastro municipal.

En el sector de educación los servicios de telecomunicación satelital permiten la provisión de internet para escuelas rurales en zonas aisladas. Esto permite el contacto de la comunidad educativa con otros centros educativos a través de videollamadas, la búsqueda de información por parte de estudiantes y docentes, y a su vez permite que esta conectividad pueda ser utilizada por la comunidad.

Asimismo, la industria satelital también tiene potencial demanda en las fuerzas de Defensa, algo que se aborda en la Misión 5 (Tecnologías para Defensa y Seguridad). Tal demanda potencial se da particularmente en satélites de órbita baja para comunicaciones y observación de la Tierra, microsátélites para comunicaciones y observación, así como para la instalación de antenas en embarcaciones navieras para captura de pisada de ARSAT.

Yendo particularmente a las telecomunicaciones satelitales, las mismas son un complemento importante de las comunicaciones vía terrestre (e.g. para alcanzar lugares de difícil acceso). Entre los tipos de servicios satelitales, los de telecomunicaciones se destacan por la amplia presencia de actores privados y por su volumen de mercado, en particular los servicios de televisión que en 2021 generaron ingresos por más de USD 88.000 millones, como se vio en el gráfico 55.

Dentro de las empresas que proveen servicios satelitales de telecomunicaciones se encuentran empresas que se enfocan en clientes corporativos y aquellas que lo hacen en consumidores finales, estos últimos caracterizados por ser masivos y estar mayormente estandarizados. Dentro de los servicios dirigidos a consumidores finales se encuentran los servicios de telefonía fija, telefonía móvil, acceso a internet y televisión u otros servicios de *broadcasting*.⁹⁴

⁹⁴ Según la definición de telecomunicaciones que se adopte, televisión u otros servicios de *broadcasting* podrían no ser considerados servicios de telecomunicaciones, en tanto el usuario no recibe y emite una señal (comunicación *two ways*) sino que tan solo recibe (*one way*). Aquí se toma a los servicios *one way* dentro de los servicios de telecomunicaciones, en consonancia con la caracterización de la SIA.

Por su parte, los proveedores de clientes corporativos, al igual que otros agentes aguas arriba, se caracterizan por proveer servicios que son por lo general *taylor made* (i.e. hechos a medida). Parte del valor que agregan consiste en ajustar su servicio a las necesidades de la industria o del cliente, integrándose a sus sistemas y/o adaptando la potencia, velocidad y protocolo de transmisión de la señal a las condiciones de entorno y necesidades, del usuario emisor y del receptor. Por ejemplo, no es lo mismo un cajero automático que requiere que se filme al usuario que lo está utilizando y se transmita esa filmación en tiempo real, que uno que simplemente funciona como terminal para realizar operaciones. Adicionalmente, en estos casos la encriptación de datos requiere una solución satelital específica, con ciertas medidas de seguridad y requisitos técnicos mínimos. Otro ejemplo es la conectividad a internet en un pozo petrolero en la Patagonia argentina con fines recreativos para sus operarios, *versus* la conectividad requerida (en el mismo pozo petrolero) para transmitir datos de los valores de una trepanadora en una red privada virtual (VPN, por sus siglas en inglés) con ancho de banda diferencial, reportando a un sistema de control central de la compañía petrolera. Por último, es distinto el servicio que requiere una red de video en *streaming* para dar clases en una universidad, al de una escuela que solo utilizará el servicio satelital para realizar búsquedas en internet.

Aunque no existe un relevamiento exhaustivo de este segmento, los especialistas consideran que en Argentina hay alrededor de 20 empresas proveyendo servicios satelitales de telecomunicaciones, entre las cuales hay empresas argentinas pero también de otros orígenes como México, España, Luxemburgo, Estados Unidos, Reino Unido o Italia. La mayoría de estas se enfocan en atender clientes corporativos brindando servicios a industrias como las de agricultura, generación y distribución de energía, minería, telecomunicaciones, bancos, turismo o al Estado. Si bien ARSAT es en esencia un operador, es decir un proveedor de capacidad satelital, también provee servicios satelitales de telecomunicación. Entre sus clientes más importantes se encuentran YPF y el gobierno argentino.

Algunas de las empresas focalizadas en clientes corporativos, sin contar con infraestructura propia, agregan valor en la instalación, el mantenimiento y realizan otras actividades asociadas a través de terceras empresas que proveen servicios que van desde el asesoramiento inicial y la instalación hasta el mantenimiento y adaptación de acuerdo a la actualización en los requerimientos del cliente. Por ejemplo, proveen servicios de instalación y mantenimiento de antenas, montaje de mástiles, instalación de radio enlaces para la transmisión de datos, telefonía e internet, e instalaciones de sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) y rectificadores.

Tal como se ilustró más arriba con los ejemplos en el sector de petróleo y educación, los servicios de información satelital tienen aplicaciones en diferentes actividades e industrias. El recuadro 27⁹⁵ se propone dar cuenta de la variedad de las mismas.

⁹⁵ El apartado fue elaborado con base en información pública de empresas del sector y información provista por empresas entrevistadas.

Infraestructura

La infraestructura vinculada a la realización de proyectos espaciales en Argentina se encuentra concentrada principalmente en los actores del sistema de ciencia y tecnología. La mayor dotación está en manos de la CONAE quien también comparte facilidades con otros países, se le suman la UNLP y CEATSA, el proyecto conjunto entre ARSAT e INVAP.

Como se mencionó, la CONAE cuenta con tres centros espaciales y una estación terrena. En primer lugar se puede identificar al Centro Espacial Teófilo Tabanera (CETT), ubicado en la provincia de Córdoba que cuenta con una estación terrena, un centro de misión, un Laboratorio de Integración y Ensayos (LIE) para satélites y para lanzadores, y un laboratorio de especialización y seguimiento. Entre la infraestructura del CETT se destacan un sistema integrado de antenas⁹⁶, una antena en banda L y antenas de UHF (*Ultra High Frequency*) y VHF (*Very High Frequency*). En el LIE se ensayan componentes o instrumentos para satélites o lanzadores y se cuenta con: dos salas limpias;⁹⁷ el Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética (LaCEM); el Laboratorio de Medición de Antenas (LaMA) que permite determinar las propiedades de radiación de antenas; el Laboratorio de Ensayos Mecánicos (LEM) para ensayos de vibración mecánica; el Laboratorio de Recubrimientos espaciales (LaRES) para la aplicación de recubrimientos para protección térmica; el Laboratorio de Ensayos de Radiofrecuencia (LaRF); el Laboratorio de Ensayos Térmicos; el Laboratorio de *Information Technology* (IT); y el Laboratorio de software.

En segundo lugar, se encuentra el Centro Espacial Punta Indio, ubicado en la localidad homónima de la provincia de Buenos Aires, que está destinado a la manufactura, integración y ensayos de elementos estructurales. El centro permite realizar ensayos cerca del área de lanzamiento y posee áreas de fabricación e integración en la localidad de Las Pipinas (Groetzner y Repetto, 2021).

En tercer lugar, en el Centro Espacial Manuel Belgrano, ubicado también en la provincia de Buenos Aires dentro del Área Naval de Puerto Belgrano. Allí se encuentran las plataformas de lanzamiento de los proyectos de acceso al espacio.

Finalmente, la Estación Terrena Tierra del Fuego presta apoyo a las misiones del Plan Espacial Nacional y a otras internacionales, recibiendo información de satélites LEO. Posee dos sistemas de antenas satelitales de reflector parabólico que tienen capacidad de transmisión y recepción en banda S y recepción en banda X y banda Ka. La estación también cuenta con dos antenas para TT&C que permiten dar servicio en los lanzamientos del proyecto Tronador (Groetzner y Repetto, 2021).

⁹⁶ El sistema está conformado por cuatro antenas para TT&C de entre 3 y 13,5 metros en Banda S y downlink en banda X y S.

⁹⁷ Una que garantiza un máximo de 100.000 partículas por pie cúbico de aire y otra un máximo de 10.000 partículas por pie cúbico de aire.

En Argentina también hay facilidades de infraestructura dedicada al seguimiento de misiones de agencias de otros países a partir de su vinculación con la agencia argentina. En el marco de la cooperación espacial vigente entre la Agencia Espacial Europea (ESA) y la CONAE, se instaló en la provincia de Mendoza, la Estación Deep Space 3 Malargüe. Esta es la antena más moderna para el seguimiento de misiones de exploración del espacio profundo de la ESA. Por otro lado, a raíz de un acuerdo entre los gobiernos de Argentina y China se instaló en la provincia de Neuquén la Estación CLTC-CONAE-Neuquén una antena para TT&C de las misiones del Programa Chino para Exploración de la Luna y programas de investigación científica del espacio lejano.

Las instalaciones del proyecto conjunto entre ARSAT e INVAP, el ya mencionado CEATSA, ubicadas en Bariloche cuentan con una cámara de termo vacío (*environmental chamber*), un sistema de ensayo acústico (*reverberant chamber*), un sistema de ensayo de vibración (*shaker*), un sistema de medición de propiedades de masa (*mass properties testing equipment*), y un scanner para medición de antena (*near field horizontal scanner*) (López et al., 2017).

Otra serie de equipos e infraestructura se encuentra en varias instituciones de la UNLP, las cuales han participado en diversos proyectos espaciales. Por citar algunos ejemplos, el Departamento de Aeronáutica de la Facultad de Ingeniería de la UNLP ha trabajado en temas espaciales durante más de dos décadas, el GEMA participó del desarrollo de la serie SAC, el Grupo de Fluidodinámica Computacional (GFC) y el Laboratorio de Capa Límite y Fluidodinámica Ambiental (LaCLyFA) participan en el diseño del Proyecto Tronador II y en 2014 se conformó dentro de la Facultad de Ingeniería de la UNLP el Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA). El GEMA cuenta con una variedad de equipamientos que le permiten ejecutar ensayos y mediciones, realizar desarrollos tecnológicos e investigaciones aplicadas.⁹⁸ El GFC cuenta con capacidades de procesamiento que le permiten el estudio de problemas complejos de Aerodinámica y Fluidodinámica. Por su parte el LaCLyFA cuenta con cinco túneles de viento y una serie de instrumentos de precisión para medición de velocidades, presiones, acústica, entre otras variables, dentro de la rama de la mecánica de fluidos, especialmente en lo referente al aire.

Comercio exterior

Según el relevamiento ya mencionado que realizó el equipo de evaluación de impacto de la SEC sobre el sector aeroespacial, el mismo realizó exportaciones por USD 217 millones en 2020, las cuales se concentran en un 84,5% en Estados Unidos. Por su parte, más del 85% de las importaciones del sector aeroespacial provienen de Francia (50,7%) y Estados Unidos (37,5%). Por un lado vale recordar que estos datos no incorporan exclusivamente al sector espacial, ya que abarca al sector aeroespacial, y por otro lado es necesario señalar que puede

⁹⁸ Para información sobre equipamiento del GEMA ver: <http://www.gema.ing.unlp.edu.ar/equipamiento.html>

no abarcar de forma completa todas las exportaciones del sector espacial debido a la dificultad de identificar las exportaciones de servicios de las firmas que proveen servicios de información satelital, tanto de telecomunicaciones como de imágenes.

Más allá de las estimaciones mencionadas que responden al sector aeroespacial, se han registrado al menos dos experiencias de exportación por parte de INVAP. En marzo de 2022, la empresa ha informado que venderá a la empresa italiana OHB Italia –junto con el DES de la CNEA– sensores que sirven para orientar a los satélites LEO con relación al Sol. Estos sensores habían sido desarrollados para modelos de satélites como el SAC-D y el SAOCOM, y también se le vendió esta tecnología a Brasil para el satélite Amazônia-1 lanzado en febrero de 2022. INVAP ha tenido otras experiencias de exportación (e.g. en proyectos nucleares y de radares), tiene presencia en terceros países principalmente por su actividad en el sector nuclear, y en el sector satelital ha comenzado su proceso de internacionalización a partir del mencionado *joint venture* con la empresa turca TAI.

Más allá del mencionado caso del Amazônia-1, hasta el momento no se han conocido exportaciones vinculadas a los proyectos espaciales de otros países de América Latina, donde por cierto existen menores restricciones a la compra de insumos espaciales, respecto por ejemplo de las que existen en Estados Unidos y Europa. Esto sucede a pesar de que en muchos países de América Latina se han llevado a cabo proyectos espaciales⁹⁹ siendo candidatos naturales a quienes las empresas e instituciones argentinas que han participado de las misiones de la CONAE y ARSAT podrían abastecer de insumos, componentes y servicios.

Capital humano

En los planteles técnicos de las empresas e instituciones más relevantes del sector juega un papel principal el personal preparado en carreras vinculadas a la física y la ingeniería, y en los mismos la mayoría son egresados de la Universidad de Buenos Aires (UBA), la UNLP, el Instituto Balseiro y la UNC. Estas personas suelen incorporarse en el sector al terminar sus estudios y es poco frecuente que provengan de otras industrias (López *et al.*, 2017). El perfil de los trabajadores de la industria está orientado más precisamente a ingenierías (electrónica, industrial, telecomunicaciones, aeronáutica, etc.), informática, ciencias exactas y física. En la UNLP se dicta una carrera de grado orientada específicamente al sector, la ingeniería aeroespacial, que inició su inscripción en 2020.

La realización de estudios de posgrado, experiencias de investigación y trabajo en el exterior, principalmente en Estados Unidos, son antecedentes que se pueden dar con frecuencia en los profesionales de las instituciones principales del sector. La Unidad de Formación Superior de la CONAE brinda las 4 maestrías orientadas a la capacitación de recursos humanos para

⁹⁹ Por lo menos otros 10 países aparte de Argentina han desarrollado al menos 25 satélites LEO localmente o con colaboración de otras agencias.

satisfacer necesidades de los organismos del sistema científico tecnológico nacional y/o de las empresas participantes en la ejecución del Plan Espacial Nacional.¹⁰⁰ A nivel de Doctorado, el programa en Geomática y Sistemas Satelitales de la UNC se centra en la formación de recursos humanos para el Sensado Remoto (SR) de la tierra, los océanos y la atmósfera.

Un dato importante para considerar sobre las capacidades para desempeñarse en el sector es que el diseño, fabricación y puesta en órbita de un satélite requiere de una visión sistémica del proceso. La expresión para sintetizar el principal desafío al que se enfrentan los equipos de trabajo involucrados en dichos procesos es la ingeniería de sistemas, ya que cada pequeña modificación en el diseño de un satélite interactúa con, y afecta al sistema. Se trata de una disciplina que los integrantes de los equipos deben aprender con la práctica y la transferencia de conocimiento de los miembros más veteranos (López *et al.*, 2017).

Según López *et al.* (2017), los organismos vinculados al área aeroespacial en Argentina tienen una insuficiencia de altos cargos con una preparación de grado vinculada a gestión, administración, economía o comercialización. Esto puede constituirse en un obstáculo a la hora de dar una orientación más “comercial” y menos dependiente de las demandas públicas locales a este sector, así como en pos de introducir mayores criterios de eficiencia en la gestión de las instituciones. Según surge de las entrevistas realizadas para este trabajo el principal desafío de las empresas es la retención de capital humano por la competencia con instituciones del exterior, no necesariamente del sector espacial debido al diferencial con los salarios pagados en moneda extranjera y el incremento en las posibilidades de desempeñar las funciones de manera remota.

Inversión en I+D

En 2019 los organismos públicos realizaron 35 proyectos de I+D en exploración y explotación del espacio que recibieron una inversión total de \$1.833 millones, cifras que no incluyen las actividades de Universidades.¹⁰¹ El 2% de los investigadores (246) y el 1% de los becarios (118) de organismos públicos se dedican a esta área de investigación. La inversión en I+D en instituciones de educación superior que tiene por objetivo la investigación de exploración y explotación del espacio alcanzó los \$496 millones en 2019 en 243 proyectos. Esta inversión fue realizada casi exclusivamente por universidades públicas, que realizaron el 99,8% de la inversión, y el resto por universidades privadas. Existen 1.913 investigadores de universidades, casi en su totalidad de instituciones públicas, y 267 becarios de investigación de universidades públicas¹⁰² (Arber, 2021).

¹⁰⁰ Para más información ver sitio web de la CONAE en: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/maestrias>

¹⁰¹ Los “organismos públicos” incluyen organismos de ciencia (como el CONICET) y otros que realizan actividades de I+D (como la CNEA, la CONAE, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria o el Instituto Nacional de Tecnología Industrial).

¹⁰² Incluye investigadores y becarios de jornada completa y parcial y excluye personal de CONICET.

En el marco del programa Proyectos Estratégicos del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) ha financiado proyectos de desarrollo de proveedores a través del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC). En el área espacial los proyectos han estado orientados a la generación de capacidades científicas e industriales para la fabricación nacional de partes satelitales en el marco del Plan Espacial Nacional diseñado por la CONAE. Se ha identificado que algunos de estos desarrollos permitirían potencialmente aumentar la participación local en los futuros proyectos satelitales y/o tendrían una potencial aplicación en otras industrias (López *et al.*, 2021).

Uno de los identificados es el dispositivo Gimbal, cuyo desarrollo ha estado a cargo de las empresas SADE y FixView junto con la UNLP, que cumple funciones asociadas al *Attitude and Orbit Control System* (AOCS) del *bus* para posicionamiento de antenas de satélites. Este tipo de dispositivos también es utilizado en la industria aeronáutica, en vigilancia por medio de cámaras, en el posicionamiento de antenas para transmisión desde tierra en el sector de comunicaciones, o en el sector de transporte. Otro desarrollo identificado es el del dispositivo de geolocalización para el subsistema de AOCS a cargo de SENyT¹⁰³ (una unidad de investigación de la UNLP), que podría utilizarse por fuera del sector espacial para UAVs (*Unmanned Aerial Vehicles*), aplicaciones en defensa, grúas para transporte de contenedores en puertos y colectivos urbanos o de larga distancia. Por último, el GEMA en el marco de un consorcio con las empresas SADE y FixView, se encuentra a cargo del desarrollo de un proceso de integración de baterías para el subsistema de potencia del *bus* del satélite, y que también podría ser utilizado para otros nichos de mercado como la reconversión de vehículos.

Principales desafíos y oportunidades

Sobre la base del análisis realizado en las subsecciones anteriores, entrevistas con referentes del sector, estudios recientes sobre el sector espacial en Argentina (López *et al.*, 2021) y las tendencias en el mundo (Pascuini y López, 2022) y las dimensiones atendidas por instrumentos de política en otras latitudes y a nivel local (ver sección siguiente) se propone la identificación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la figura 10.

Argentina se destaca a nivel regional por haber alcanzado una serie de hitos tecnológicos sumamente relevantes y haber cooperado con las principales agencias espaciales del mundo. El camino transitado por el país ha permitido la acumulación de capacidades a nivel de infraestructura y capital humano en diversas instituciones del sistema de CyT y en un ecosistema de pequeñas empresas de base tecnológica.

¹⁰³ El SENyT, por Sistemas Electrónicos de Navegación y Telecomunicaciones es una Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia Tecnológica de la UNLP.

FIGURA 10. ANÁLISIS FODA DEL SECTOR ESPACIAL ARGENTINO



Los *spinoff* de estas actividades han derivado en incipientes proyectos privados que intentan adaptarse a las nuevas tendencias del sector a nivel global, los cuales a su vez encuentran obstáculos en el entorno local debido a la falta de posibilidades de financiamiento de riesgo, y otros aspectos regulatorios que les impiden llevar sus proyectos con la agilidad que el mercado internacional requiere. Esto condiciona el crecimiento de estos, y nuevos proyectos en Argentina generando incentivos a la radicación de actividades fuera del país, aunque haciendo uso del capital humano local. La posibilidad de aprovechar las ventajas que Argentina tiene en el sector depende en buena medida de que se puedan alinear los esfuerzos con las nuevas tendencias a nivel global, puntualmente la mayor participación del sector privado y el desarrollo de tecnologías y actividades no tradicionales, las cuales dan lugar a la generación de nuevos productos y mercados.

Análisis de las políticas internacionales vinculadas al sector espacial

Durante la última década, el costo creciente de las misiones espaciales, la necesidad de contener el gasto público, y la búsqueda por obtener un mejor aprovechamiento de las actividades espaciales, motivó la generación de nuevos programas de transferencia tecnológica por parte de las agencias tecnológicas de los países industrializados. A su vez, se han fortalecido significativamente los programas existentes para alcanzar un mayor impacto en las empresas vinculadas al sector (Petroni *et al.*, 2010). Las tecnologías potencialmente transferibles utilizadas en los satélites suelen provenir de la integración de procesos técnicos disponibles en varios sectores industriales, pero que reciben un fortalecimiento y mejora en su desempeño al ser usadas en el sector espacial permitiéndoles ser aplicadas de nuevas formas en industrias no-espaciales. Además, el hecho de que una transferencia exitosa dependa de la capacidad de adaptar la tecnología a transferir, y por lo tanto de grandes esfuerzos de I+D, hace que los procesos más exitosos sean los que surgen de empresas medianas y grandes (Petroni *et al.*, 2010).

Haciendo foco en las iniciativas orientadas al desarrollo de proveedores y la transferencia de tecnología López *et al.* (2021) analizan las experiencias de las agencias espaciales de India, Japón y Corea del Sur. Sostienen que, además de los objetivos de sustituir importaciones y generar empleos, estas iniciativas han buscado promover la difusión de tecnologías de uso espacial en otros sectores de la economía, mejorar la competitividad de las empresas proveedoras de la industria espacial y fomentar el surgimiento y consolidación de *startups* de base tecnológica. A continuación, se presenta una actualización y ampliación del relevamiento realizado por López *et al.* (2021) incorporando a su vez políticas que no habían sido incluidas allí.¹⁰⁴ Finalmente, se analiza una iniciativa de la Unión Europea que tuvo como objetivo la internacionalización de empresas de base tecnológica.

India

La agencia espacial de India, la Indian Space Research Organisation (ISRO), es la encargada de ejecutar su programa espacial y fomentar la participación de empresas nacionales en este (Nagendra y Basu, 2016). Promoviendo la sustitución de componentes y dispositivos importados por locales, la agencia busca minimizar la dependencia de fuentes extranjeras, optimizar costos y generar empleo. Si bien el componente de importación de los vehículos de lanzamiento y satélites es minoritario (10% y 45-50% respectivamente), se trabaja

¹⁰⁴ Las políticas que se suman respecto del estudio mencionado son la de reinversión de presupuesto en I+D a jugadores externos a la agencia de Corea del Sur (KARI), las de *indigenization* y *Space Enterprise Encouragement & Development* (SEED) de la agencia de India (ISRO), y el programa para el uso compartido de las instalaciones y el sistema de licencias de la agencia japonesa (JAXA).

continuamente en el desarrollo de materiales para reducir el peso del *hardware*, se identifican dispositivos electrónicos cuya producción local se pueda promover y se fomenta la generación de consorcios e inversión por parte de la industria india para que generen componentes y subsistemas locales.

A su vez, la ISRO busca que las tecnologías que desarrolla encuentren aplicaciones o derivaciones comerciales mediante mecanismos de transferencia tecnológica a diferentes industrias del país y actores públicos. En 1975 la ISRO creó un grupo encargado de promover la transferencia tecnológica que actualmente funciona bajo la figura de Oficina de Acumulación de Capacidades. Desde la década del 80 lleva realizados 611 acuerdos para transferir más de 400 tecnologías a 326 industrias.

Capacity Building Programme Office (2020) clasifica las transferencias realizadas en:

1. Transferencias tecnológicas con intención de recompra, con las que se busca desarrollar una base sólida de proveedores de aquellos sistemas o componentes que se usan en los proyectos de ISRO, para que haya múltiples fuentes disponibles para un producto.¹⁰⁵
2. Transferencias tecnológicas con la intención de desarrollar sistemas y aplicaciones espaciales: aquí se incluyen transferencias a organizaciones que, sin pertenecer al sector espacial, pueden hacer uso de aplicaciones espaciales, como el servicio meteorológico.
3. Transferencias tecnológicas para aplicaciones en industrias no espaciales: entre ellas se puede mencionar la implementación de baterías de Li-ion para la industria automotriz y los sensores de presión y temperatura.

La New Space India Limited (NSIL) es el brazo comercial de ISRO y ha transferido 78 tecnologías en los últimos 2 años. Brinda apoyo comercial a las industrias a las que se les transfiere tecnología, fija las tarifas de los distintos modos de transferencia, como por ejemplo el valor de las licencias, y se encarga de la elaboración y la concreción de los acuerdos de las licencias. Durante el año fiscal concluido en marzo de 2021 NSIL había firmado 15 acuerdos de transferencia tecnológica para transferir 8 tecnologías desarrolladas por ISRO a la industria local. A su vez, firmó un memorando de entendimiento con el Semi-conductor Laboratory (una unidad del Departamento del Espacio indio) para suministrar circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASICS) a los fabricantes indios de locomotoras (NSIL, 2021).

Con el objetivo de promover la generación de *startups*, ISRO estableció en el Instituto Nacional de Tecnología tres centros de incubación de tecnología espacial en las ciudades de Tiruchirappalli, Agartala y Jalandhar. Durante la incubación, ISRO proporciona infraestructura y recursos humanos (científicos y/o ingenieros) a empresas de diferentes industrias para que realicen nuevos desarrollos y los científicos e ingenieros de la agencia reciben incentivos monetarios cuando participan en estas actividades. Además, está trabajando en el Programa

¹⁰⁵ Por ejemplo, en 2015 la agencia realizó una licitación para la producción local de celdas solares.

para el Fomento y el Desarrollo de Empresas Espaciales (SEED), cuyos mecanismos de implementación aún no han sido anunciados. Por otro lado, ha colaborado con Atal Innovation Mission (AIM), para lanzar tres desafíos en el área espacial –en propulsión; información geoespacial; y robótica, realidad aumentada y realidad virtual– para la promoción de la investigación aplicada y la innovación en pequeñas empresas.

Japón

La Agencia Japonesa de Exploración Espacial (JAXA) se caracteriza por su fuerte vinculación con contratistas. Las estrictas normas y especificaciones técnicas que les impone a los fabricantes de naves espaciales, satélites y cohetes les representa a estos últimos un importante esfuerzo de investigación y de adquisición de conocimientos y habilidades (Petroni *et al.*, 2009).

JAXA ha acumulado capacidades en diversas tecnologías a través de la investigación en ciencias espaciales, I+D básica relacionada con la industria aeroespacial, y el desarrollo de grandes cohetes, satélites artificiales y estaciones espaciales. Esto le permitió desarrollar un sistema para utilizarlas en varias industrias, en este sistema el solicitante paga regalías y se pueden otorgar licencias exclusivas o parcialmente exclusivas, y también se puede coordinar orientación técnica¹⁰⁶.

El proceso de licenciamiento de patentes de los desarrollos realizados por la agencia requiere de la elaboración de un contrato y la contraprestación depende del tipo de negocio y el propósito de implementación del solicitante. Este proceso consta de los siguientes pasos:

1. Consulta: un coordinador de la agencia responde consultas con información detallada sobre la patente de JAXA de interés para el postulante.
2. Envío de la solicitud de licencia: en ella se describe la propiedad intelectual que se desea utilizar y el plan de uso, entre otra información.
3. Ajuste de los detalles de la licencia: se abordan asuntos como la forma de proporcionar la tecnología y el método de cobro de tarifas.
4. Diseño y firma del acuerdo.
5. Presentación del informe de desempeño: se realiza al finalizar el período de implementación e incluye información sobre las ventas a partir de la implementación de la licencia.
6. Pago de regalías a JAXA.

¹⁰⁶ La agencia identifica 7 tecnologías con alta posibilidad de comercialización: fuentes de alimentación, tecnologías de medición, tecnologías de sensores, materiales, partes, combustión y control de fluidos.

JAXA posee instalaciones para pruebas a gran escala que son operadas por empleados capacitados, y cuyo costo de adquisición y mantenimiento sería difícil de afrontar para otros actores. Por este motivo realiza convocatorias para que empresas privadas del sector espacial y otras industrias, universidades e institutos de investigación lleven adelante pruebas de sus desarrollos tecnológicos a cambio de una tarifa. Las facilidades que ofrece incluyen túneles de viento, una supercomputadora, equipos para probar estructuras compuestas, materiales estructurales y sistemas de propulsión, y simuladores de vuelo y de entorno espacial.

En 2018 se lanzó el programa de investigación y desarrollo JAXA Space Innovation through Partnership and Co-creation (J-SPARC), que tiene por objetivo crear negocios relacionados con el espacio en asociación con empresas privadas. De estas asociaciones pueden participar empresas privadas consolidadas, emprendimientos, universidades e institutos de investigación. El programa promueve mediante esfuerzos de innovación abierta la combinación de recursos humanos, tecnologías y fondos de diferentes actores para desarrollar y comercializar innovaciones tecnológicas para la industria espacial o proyectos para JAXA. El proceso incluye la definición del plan de negocios y la división de tareas entre los miembros de la asociación, la cocreación de conceptos y su demostración comercial. JAXA proporciona investigación conjunta, desarrollo y demostración de tecnología, recursos humanos y diversos activos (como naves espaciales, equipos y datos). Desde sus inicios han promovido más de 30 proyectos y actividades (Messier, 2022). Entre ellos se puede mencionar el servicio de transporte espacial comercial para pequeños satélites, realización de tareas en el espacio con tecnología robótica, monitoreo de cultivo de arroz mediante big data utilizando información satelital y viajes espaciales remotos utilizando tecnología de avatar.

Otro ejemplo de vinculación es el acuerdo firmado en 2019 con la empresa espacial japonesa Space BD Inc. para ofrecer servicios de lanzamiento a empresas privadas y universidades. Esto se lleva adelante incorporando satélites pequeños a cohetes de terceros con exceso de capacidad¹⁰⁷, alcanzando un mejor uso de la capacidad de lanzamiento disponible mientras se promueve la realización de actividades espaciales en los sectores tanto privado como académico.

Corea del Sur

El Korea Aerospace Research Institute (KARI), es la agencia espacial de la República de Corea y fue fundada en 1990. Entre sus actividades principales, se encuentra desarrollando y operando satélites, como por ejemplo satélites de observación de la tierra de alta resolución, o en órbita geoestacionaria para misiones de observación meteorológica, oceánica y ambiental. En el campo del acceso al espacio, está desarrollando un vehículo de lanzamiento que incluye

¹⁰⁷ Esta práctica, conocida como *rideshare* o *piggyback payload launch*, permite distribuir el costo del lanzamiento entre una mayor cantidad de satélites.

motores de combustible líquido de 75 y 7 toneladas. Como primer paso para la exploración espacial está desarrollando un orbitador lunar. También desarrolla tecnología de *big data* que analiza con inteligencia artificial información captada por satélites y drones.

El KARI ha utilizado tecnología extranjera para poner en órbita satélites de telecomunicaciones y ha fomentado el desarrollo de tecnologías locales (Park, 2010). A la fecha ha publicado más de 19.700 artículos científicos y presentaciones sobre el sector aeroespacial y ha registrado más de 5.800 patentes¹⁰⁸. Uno de los objetivos estratégicos del KARI es la creación de un ecosistema sólido y sustentable para la industria aeroespacial. Esto se ve reflejado en el hecho de que en la década de 2010 la agencia participó en actividades conjuntas de I+D con 470 instituciones.

Otras actividades importantes para la transferencia tecnológica entre KARI y las empresas son la subcontratación y la investigación conjunta, dado que permiten la transferencia directa de conocimientos y un mayor aprovechamiento de las instalaciones de KARI para el desarrollo de I+D (López *et al.*, 2021). Los agentes externos a KARI pueden utilizar sus instalaciones y la agencia ha medido los cambios en su utilización mediante una encuesta cuyos resultados indican que en las últimas tres décadas la participación en el uso por parte de los agentes externos se ha incrementado en 49 puntos porcentuales. En dicha encuesta también se indica que, en promedio, un 20,3% del incremento de los ingresos anuales de las empresas receptoras se explican por las transferencias tecnológicas.

La agencia invierte parte de su presupuesto en I+D en instituciones externas a la agencia para producir prototipos, introducir nuevas tecnologías y realizar proyectos conjuntos contribuye a la vitalidad del ecosistema de la industria aeroespacial local. La agencia realiza varias actividades de apoyo a pymes. En primer lugar, brinda soporte en la planificación de su comercialización que incluye mentorías o capacitaciones, y reuniones de intercambio que pueden incluir la revisión de las dificultades a las que se enfrentan las pymes y discusión de las medidas de apoyo, la provisión de las últimas tendencias en tecnología e información, entre otros. En segundo lugar, otorga apoyo a la comercialización de tecnología de las pymes mediante análisis de su viabilidad comercial y soporte para su internacionalización. En tercer lugar, brinda apoyo a la comercialización de pymes, al proporcionar fondos de desarrollo tecnológico y capacidades de investigación a la demanda de tecnologías de las pymes. En cuarto lugar, otorga soporte para la utilización de instalaciones y equipos de investigación propiedad de KARI. Finalmente, brinda apoyo a la puesta en marcha de empresas basadas en tecnología espacial y al fortalecimiento de sus competencias empresariales mediante el Programa de Apoyo al Futuro Emprendedor, que incluye una consultoría de puesta en marcha cuyos contenidos son educación de puesta en marcha, materialización de ideas, análisis de mercado, apoyo de marketing y tutoría de planes de negocios, y el Programa de Apoyo Empresarial, que incluye en primer lugar una consultoría para la comercialización exitosa de

¹⁰⁸ En los últimos 30 años las patentes y los registros de intelectual del KARI representan el 54% de todos los registros domésticos de la industria aeroespacial coreana.

empresas a través del diagnóstico de la empresa, análisis de mercado, deducción del modelo de negocio, estrategia de aseguramiento del mercado y tutoría del plan de negocios, y en segundo lugar, apoyo a la producción de prototipos mediante el financiamiento de parte de sus costos.

Recuadro 28. La Unión Europea y la internacionalización de proveedores

Las European Cluster Partnerships for Going International (ESCP-4i) tienen como objetivo desarrollar e implementar estrategias para apoyar la internacionalización de pymes europeas hacia terceros países iniciando una agenda de cooperación transfronteriza a largo plazo entre clusters europeos. Entre estas estrategias pueden mencionarse las misiones comerciales, los acuerdos de cooperación y los consorcios de exportación.

Se han establecido cuatro convocatorias, con períodos de ejecución desde 2016 hasta 2024. En la primera convocatoria se lanzó la SPACE2ID (Space Clusters International Industrial Diversification), primera acción colectiva dirigida por un cluster de proveedores de servicios espaciales y desarrolladores de aplicaciones para internacionalizarse conjuntamente. Reúne a European Space Clusters y a clusters de los sectores de movilidad, energía, logística, industrias creativas y agricultura. Entre sus logros se encuentra el Acuerdo de Asociación llamada Space4Globe, una red europea de clusters que tiene como objetivo desarrollar e implementar estrategias para apoyar la internacionalización de pymes hacia terceros países.

En la segunda convocatoria se generaron dos acciones específicas para el sector espacial, SpaceWave y Space2IDGO. El proyecto Space2IDGO (Space Clusters International Diversification Go) se basa en la implementación del plan de acción definido en Space2ID. Está cofinanciado por el programa Competitiveness of Enterprises and Small and Medium-sized Enterprises (COSME) de la Unión Europea –el programa europeo para pequeñas y medianas empresas– y seleccionó 13 pymes europeas innovadoras que se han beneficiado del apoyo del programa. Esta iniciativa involucra a cuatro países (Francia, España, Italia y Grecia), y cinco mercados de países seleccionados (Emiratos Árabes Unidos, Canadá, China, Chile y Colombia).

El consorcio SpaceWave se estableció con el objetivo de estudiar los mercados internacionales y las tendencias en la economía azul. En particular buscó explorar las tendencias del mercado de la economía azul, para extraer desafíos sectoriales donde los datos de observación de la Tierra proporcionen soluciones de valor agregado, identificar su potencial comercial y tecnológico, definir los más prometedores, e identificar clusters y redes comerciales en los países objetivo. Luego, el consorcio definió una cartera de cadenas de valor relacionadas a los mercados prioritarios identificados anteriormente para distinguir los activos y capacidades clave de observación de la tierra que forman parte de estas cadenas de valor y para identificar a los usuarios y actores clave a los que se debe apuntar en la implementación. Finalmente, los socios de SpaceWave desarrollaron un acuerdo de asociación, un plan de estrategia de internacionalización y una hoja de ruta de implementación. La tercera convocatoria se encuentra en ejecución e incluye a Space2Wave como la segunda etapa del proyecto SpaceWave, y el consorcio ConnectEO, mientras que la cuarta convocatoria se ejecutará entre 2021 y 2024.

Políticas nacionales y locales para el sector espacial

En Argentina se han aplicado diversas iniciativas con el objetivo de promover el desarrollo del sector espacial, impulsadas tanto por organismos públicos nacionales y subnacionales, como por empresas estatales y privadas. En la presente sección se abordan, dos experiencias de promoción del desarrollo de proveedores del sector espacial de la ANPCyT, una convocatoria para el financiamiento del desarrollo de prototipos, productos y nuevos servicios tecnológicos de la Subsecretaría de Economía del Conocimiento del Ministerio de Desarrollo Productivo (actual Secretaría de Economía del Conocimiento del Ministerio de Economía), un programa para promover la creación y el crecimiento de empresas de base tecnológica del Ministerio de Desarrollo Productivo junto con el INVAP y el Grupo San Cristóbal, y finalmente se reseña la iniciativa previamente mencionada del PITBA.

FONARSEC

Anteriormente se describen los desarrollos tecnológicos que resultaron de los programas de desarrollo de proveedores en el sector espacial con financiamiento del FONARSEC. A continuación, se hace foco en la descripción de los instrumentos bajo los cuales la ANPCyT ha realizado las convocatorias de dichos programas.

En 2016 la ANPCyT lanzó la Convocatoria Desarrollos Satelitales, con el objetivo de financiar parcialmente el desarrollo de prototipos experimentales con su correspondiente ingeniería de detalle. Esto permitiría la posterior producción final de partes para satélites y lanzadores, asociadas fundamentalmente al Curso de Acción “Sistemas Satelitales” del Plan Espacial Nacional. Se esperaba que las empresas participantes se convirtieran en proveedores de la CONAE y/o de INVAP en el desarrollo de los servicios satelitales. La convocatoria estaba dirigida a financiar un proyecto de cada una de las siguientes temáticas: Gimbal (mecanismo utilizado en algunos satélites para apuntar antenas y que tiene aplicaciones en otras industrias como la aeronáutica), módulo de CPU para computadora de a bordo (para las funciones de gestión de comandos y telemetría, de almacenamiento de datos y control de actitud y órbita), módulo de I/O para computadora de a bordo (que extienden las capacidades de la computadora de a bordo para realizar funciones genéricas, como medición de temperaturas), detonadores y actuadores piro-mecánicos (dispositivos pirotécnico explosivos de uso espacial) y baterías para satélites (que almacenan energía para ser utilizada en períodos donde se pierde la generación de energía solar, como durante los eclipses). Los beneficiarios debían integrarse bajo un régimen de Consorcio Asociativo Público-Privado (CAPP), el cual debía estar formado, como mínimo por una Institución u Organismo Público dedicado a I+D+i, conjuntamente con al menos un productor de bienes y/o servicios, y donde a su vez se podían integrar otras instituciones u organismos públicos o privados. La segunda convocatoria, realizada durante 2017, volvió a incluir el módulo de CPU, el módulo de I/O y las baterías. (López *et al.*, 2021).

Según informaron las autoridades de FONARSEC en López *et al.* (2021), de los cinco proyectos incluidos en las convocatorias, el único que no fue adjudicado fue el del módulo de CPU (que terminó siendo realizado por INVAP con fondos propios). De cada uno de los adjudicados formó parte una universidad nacional, ya sea la de La Plata, del Sur, o de Mar del Plata, y una empresa perteneciente al ecosistema de proveedores de base tecnológica de la industria satelital, con acceso a montos de los \$10,8 millones hasta los \$43,3 millones y financiamiento del 60 al 80%.

En 2018 la ANPCyT realizó la Convocatoria Investigaciones Orientadas para Satélites, que tuvo por objetivo el financiamiento parcial de proyectos de investigación y desarrollo orientados a los ejes “materiales compuestos” y “pulvimetalurgia”, claves para la manufactura de partes de lanzadores satelitales. El primer eje tuvo dos subcomponentes: a) la investigación y desarrollo de técnicas de diseño, producción de materiales críticos y desarrollo de procesos de manufactura asociados a la construcción de recipientes ultralivianos para la industria espacial; y b) un estudio de prefactibilidad de fabricación de piezas de carbono-carbono (materiales compuestos para aplicaciones de alta sollicitación térmica). El segundo eje consistió en la investigación y desarrollo de aleaciones en polvo de alta performance, el desarrollo de los procesos de consolidación de dichas aleaciones, y el desarrollo de los procesos de manufactura de componentes críticos para el Plan Espacial a partir de las mismas. El resultado esperado para los materiales compuestos era una reducción significativa de peso en estructuras y recipientes de lanzadores lo que redundaría en menores costos, y el de la pulvimetalurgia permitiría simplificar sensiblemente los métodos de manufactura de piezas tradicionales e implicaría menores costos y tiempos de fabricación. La convocatoria estaba dirigida a instituciones u organismos de investigación públicos o privados. Los beneficiarios de esta convocatoria fueron la UBA y la Universidad Nacional de Mar del Plata, que recibieron financiamiento del 80% sobre montos totales de \$29,99 millones y \$14,95 millones respectivamente. La demandante de sus resultados fue la empresa VENG (López *et al.*, 2021).

Programa Potenciar Satelital

La convocatoria Satelital y Aeroespacial del programa Potenciar Economía del Conocimiento, abierta en el año 2021, tuvo como objetivo fortalecer una industria conformada por empresas públicas, privadas y centros de investigación mediante un Aporte No Reembolsable (ANR) para proyectos que podían ejecutarse en forma individual o conjunta. El monto máximo del ANR fue de \$18 millones para proyectos individuales, con la posibilidad de cubrir hasta un 70% de los gastos, y de \$46 millones para proyectos asociativos, con la posibilidad de cubrir hasta un 80% de los gastos. Los proyectos asociativos sólo podían estar orientados al desarrollo de prototipos, productos y/o nuevos servicios tecnológicos.

Los tipos de proyectos admisibles fueron:

- Proyectos de fortalecimiento de procesos y/o servicios de la industria satelital y aeroespacial: no podían realizarse en forma asociativa y tenían como objetivo posibilitar la reducción de costos o diversificar las ventas.
- Proyectos orientados al desarrollo de prototipos, productos y/o nuevos servicios tecnológicos: podían estar destinados tanto a procesos industriales intermedios como a consumo final, realizarse de manera individual o asociativa y debían ser innovadores.
- Proyectos de escalado productivo orientados a la modificación de procesos productivos y/o logísticos: tenían como objetivo alcanzar un escalado de fabricación de componentes y equipos y sólo podían realizarse individualmente.
- Proyectos destinados a la generación de plataformas tecnológicas: sólo podían realizarse individualmente.

Los beneficiarios podían ser empresas públicas, privadas o mixtas, instituciones públicas o privadas sin fines de lucro y organismos públicos que no formasen parte de la Administración Nacional centralizada.

Los Datos Abiertos del Ministerio de Economía permiten analizar los impactos de la convocatoria. En total hubo 19 organismos beneficiarios del programa, de los cuales 14 fueron empresas y el resto universidades y fundaciones. Participaron la Fundación de la Facultad De Ingeniería de la UNLP, Fundación UNSAM Innovación Y Tecnología, Fundación Universidad De Palermo, Fundetec y la Universidad Nacional de Quilmes. El monto total de ANR aprobados fue de \$314 millones. El promedio por proyecto fue de \$21 millones, con valor entre \$7 millones y \$36 millones. Los proyectos pertenecen a beneficiarios radicados en las provincias de Buenos Aires (9), CABA (7), Córdoba (4) y Santa Fe (1). En total se aprobaron 15 proyectos, de los cuales 13 pertenecen al sector espacial y dos al aeronáutico. Los objetivos de los 3 proyectos que recibieron los mayores beneficios fueron (ver listado completo en anexo 3):

- Proyecto satelital de órbita baja para laboratorio universitario en tecnologías de telecomunicaciones IoT.
- Propulsor cohete líquido de metano y oxígeno líquido alimentado por bombas eléctricas.
- Desarrollo de antenas de nueva generación para enlace de comunicaciones tierra-espacio.

Programa Soluciona

La convocatoria Soluciona Reactivación de la Economía del Conocimiento creada por la SSEC del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación tuvo como objetivo otorgar asistencia financiera para favorecer la reactivación económica del país mediante el desarrollo o la

implementación de soluciones, productos y servicios innovadores generadas por los sectores de la economía del conocimiento.

Como resultado de la convocatoria se aprobaron 173 proyectos, 6 de los cuales pertenecen al sector “Industria aeroespacial y satelital, y tecnologías espaciales”. El monto de los ANR aprobados en concepto de beneficio para estos 6 proyectos fue de \$74 millones, con valores que variaron entre los \$7 millones y \$15 millones, y cuyas empresas beneficiarias pertenecen a las provincias de Córdoba, CABA, Buenos Aires y Entre Ríos. Los objetivos de algunos de los proyectos destacados pertenecientes al sector espacial fueron:

- LatamCubeSat: diseñar, realizar y poner en órbita un pequeño satélite con sensor infrarrojo con capacidad para la teledetección térmica urbana y rural, con aplicaciones comerciales.
- MDQubeSAT1: crear un satélite con capacidad de cobertura nacional de comunicaciones IoT aplicado al sector agrario.
- Satélites e inteligencia artificial: basado en una plataforma de software nacional el proyecto tiene por objetivo desarrollar una solución para la provisión de servicios satelitales orientados a sectores estratégicos y con alto potencial exportador.

Parque Tecnológico Bariloche

La creación del PITBA tuvo entre sus principales propósitos aumentar la cercanía y potenciar los vínculos del denso entramado de empresas e instituciones científico-tecnológicas de alto nivel existentes previamente en la ciudad de Bariloche, varias de las cuales realizan actividades espaciales o participan en proyectos del sector. El Master Plan del PITBA contempla un sector tecnológico, uno productivo y uno logístico. El sector tecnológico, donde tendrán mayor potencial de vinculación y desarrollo las empresas e instituciones vinculadas a las actividades espaciales, posee una superficie de 30 hectáreas, donde funcionará una incubadora de empresas, se brindará asistencia en modernización e integración de tecnología a los procesos productivos y se proveerá capacitación en las herramientas vinculadas a la economía del conocimiento. La actual Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo mediante el Programa Nacional para el Desarrollo de Parques Industriales está financiando la construcción de un edificio en el que funcionará la incubadora, un espacio de trabajo colaborativo y un centro de cuidados infantiles, entre otras actividades. El objetivo de este sector es constituirse en un ambiente específico donde sus integrantes interactúen sinérgicamente, dinamizando la innovación tanto al interior de la comunidad del Parque como al resto del sistema productivo de la región.

Mediante la instalación de las empresas INVAP SE. y ALTEC SE. se buscó atraer empresas de base tecnológica, para facilitar sinergias entre instituciones del sector público y privado. A marzo de 2022 más de 70 empresas habían comprado lotes en el predio. Entre ellas se encuentra el proyecto de Arsat, que planea construir un Centro de Datos redundante de la

Estación Terrena de Benavídez y ubicar un gateway para enlazar los satélites y dar mayor conectividad de banda ancha satelital.

Emprendé ConCiencia

Emprendé ConCiencia es una iniciativa de la Fundación INVAP en conjunto con el Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación, que cuenta con el apoyo del Grupo San Cristóbal. Desde el año 2017 acompaña proyectos de emprendedores que pueden estar localizados en cualquier lugar del país y que tienen por objetivo resolver a través de la ciencia y la tecnología alguna problemática social y/o ambiental, aprovechando la experiencia del ecosistema científico-tecnológico de Bariloche para potenciarlos.

Luego de un proceso de selección, cada proyecto ganador debe elaborar un esquema de trabajo de tres etapas, de las cuales las primeras dos consisten en asistencia y mentoreo y la final en la presentación del avance del proyecto. En la primera un equipo de asesores técnicos provistos por la Fundación INVAP brinda asistencia técnica a los emprendedores durante dos semanas en Bariloche. La segunda etapa tiene por objetivo la cocreación de proyectos y su validación ante diversos actores del territorio. Tiene una duración de dos meses en los cuales se brinda asistencia técnica, comercial y sobre el impacto social/ambiental del proyecto. En la tercera se realiza un evento de cierre de actividades en la ciudad de Bariloche, a efectos de presentar ante incubadoras, aceleradoras y otras organizaciones los avances del proceso.

Para ser elegibles los proyectos deben pertenecer a una o más de las siguientes áreas:

- Medio ambiente: que promuevan una mejora en las condiciones ambientales.
- Salud: deben fomentar mejoras en el área de la salud, tanto en el acceso a servicios como en la creación de nuevos dispositivos.
- Integración socioeconómica: dirigidos a facilitar la inclusión de sectores en situación de vulnerabilidad social dentro de la órbita del mercado productivo o a fortalecer emprendimientos productivos de subsistencia.
- Hábitat social: incluye acciones que impliquen el uso de recursos locales, la innovación en materiales y sistemas constructivos, manejo de residuos sólidos y líquidos, uso racional de la energía, entre otros.

En cuanto a sus impactos, en sus primeras cinco ediciones han seleccionado 70 proyectos de los cuales más de la mitad están facturando o han recibido inversión privada. La Fundación INVAP también posee el Programa de Incubación de la cultura emprendedora. Este programa es ejecutado en alianza con el Centro de Innovación Tecnológica Empresarial y Social (CITES) y tiene como objetivo la incubación de empresas de base en Ciencia y Tecnología en la ciudad de Bariloche (INVAP, 2020). Las capacidades de incubación y aceleración acumuladas por la Fundación INVAP y sus vínculos con el ecosistema científico-tecnológico de Bariloche pueden

servir de base para facilitar el nacimiento y crecimiento de emprendimientos del sector espacial.

Vinculación de actores centrales con el ecosistema local

La transferencia tecnológica que realiza CONAE se limita a la necesaria para que sus proveedores puedan cumplir sus contratos. Con la empresa TLON ha realizado un acuerdo de confidencialidad para participar en revisiones técnicas, intercambiar información y opiniones técnicas respecto de los vehículos de acceso al espacio que dicha empresa está emprendiendo, aunque esto no es una práctica habitual para la agencia espacial. Por fuera de casos particulares como este, no se han identificado actividades de promoción de desarrollo de proveedores, otros actores espaciales u otras industrias mediante la transferencia o licenciamiento de tecnología. (López *et al.*, 2021).

Como se mencionó anteriormente (ver apartado “Fabricantes”), VENG ha comenzado a ocupar un rol más activo como el brazo comercial de la CONAE, generando un potencial acceso del sector productivo a otros recursos de la CONAE. Ejemplo de ello son la comercialización de imágenes y productos del SAOCOM, la provisión de soluciones con base en información satelital de creciente complejidad, las soluciones de acceso al espacio (desarrollo de tecnologías y la operación de facilidades de ensayo) y la comercialización de servicios provistos por estaciones terrenas. (López *et al.*, 2021). VENG ofrece productos y procesos derivados de la industria espacial a la industria en general. El aprovechamiento de la capacidad instalada tiene como objetivo proveer de nuevas fuentes de recursos a la empresa y diversificar sus actividades. Estas actividades aparentan tener un fin comercial antes que de promoción de los derrames tecnológicos sobre el sector productivo (López *et al.*, 2021).

Lineamientos de política

En línea con los objetivos de la Misión, las características de la industria satelital en Argentina pueden presentar ventajas para atender objetivos con el horizonte a 2030 en el plano económico y en plano el tecnológico con los mayores impactos potenciales en CABA y alrededores, Córdoba y en Río Negro que son los *hubs* donde actualmente se concentra la actividad del sector. En el plano económico el sector satelital puede presentar ventajas para objetivos: (i) de generación de divisas en algunos segmentos particulares de la cadena de valor; (ii) de generación de empleo calificado a nivel regional; y de (iii) internacionalización de un conjunto de empresas de base tecnológica existentes. En el plano tecnológico el sector satelital puede presentar ventajas para la (iv) creación de nuevas empresas tecnológicas y (v) de espacios que propicien la innovación de empresas existentes de la mano de actores del sector de Ciencia y Tecnología, y para la (vi) difusión del uso de tecnología e información satelital en otras industrias.

Uno de los mecanismos para fortalecer la industria espacial en Argentina pasa por promover mayores vinculaciones entre las iniciativas privadas, tanto las ya existentes como otras que pueden emerger a futuro, y el ecosistema local (en particular, con CONAE, INVAP y ARSAT). También existen oportunidades para promover la internacionalización tanto de los actores centrales, como de las empresas de base tecnológica que realizan actividades aguas arriba (provisión de componentes, servicios, actividades de I+D, etc.), con la consecuente generación de divisas. En el caso de los primeros, una de esas oportunidades pasa por aprovechar la ventaja tecnológica *vis á vis* las agencias espaciales de países vecinos de la región y otras áreas del mundo emergente, apostando a participar en los proyectos de aquellas y aumentando los esfuerzos diplomáticos para promoción de las actividades bajo la Agencia Latinoamericana y Caribeña del Espacio. En el caso de las segundas, existen oportunidades para replicar en terceros países el rol que han tenido como proveedoras en el mercado local, escalando procesos y desarrollos llevados adelante para las misiones espaciales argentinas.

El reciente surgimiento de una serie de *startups* en el sector espacial que se abastecen principalmente de capital humano argentino, y la radicación de muchas de sus actividades en el exterior, da cuenta de la existencia de, por un lado, capacidades locales y por otro, de oportunidades para desarrollar aún más el sector privado local en esta industria. Estas oportunidades se encuentran en la posibilidad de fomentar, a través de mecanismos de financiamiento y de otros instrumentos, el desarrollo de nuevas empresas privadas, y de generar los incentivos para que las mismas, y las ya existentes, potencien la radicación de sus actividades en vinculación con el ecosistema local actual. Como quedó en evidencia con el caso de Satellogic, la incubación de emprendimientos mediante provisión de infraestructura, asesoramiento, recursos humanos y capacitación resulta fundamental para aumentar la tasa de supervivencia de proyectos y mejorar sus probabilidades de crecimiento y consolidación.

A su vez, la difusión de tecnología e información satelital puede generar distintos tipos de servicios (provisión de imágenes, datos, etc.) que abren oportunidades de innovación e

internacionalización para actores ubicados aguas abajo en la cadena. El seguimiento de cultivos, la estimación de rendimientos, la realización de inventarios, el monitoreo de plantaciones forestales, la estimación de daños por eventos climáticos extremos y el apoyo a la industria de seguros agrarios, ejemplifica estas oportunidades, que podrían también ser aprovechadas en otras actividades productivas. En petróleo y gas algunas de las aplicaciones son el monitoreo de infraestructura en áreas de explotación, inspección de oleoductos, control de avance de obra y mapeo de variables ambientales relevantes en tareas de prospección de hidrocarburos. Las aplicaciones gubernamentales también pueden aumentar la eficiencia de procesos y reducir costos en áreas como la supervisión de infraestructuras complejas, gestión de residuos urbanos, identificación y conteo de casas y edificios, alerta temprana y emergencias urbanas, sistemas de defensa, supervisión de obras de ingeniería civil y apoyo al control del tráfico y gestión del transporte urbano.

En concreto, se proponen los siguientes lineamientos de política:

- Buscar una mayor integración de actividades y proyectos apoyados con otros organismos de I+D+i del Estado nacional, preferentemente en torno a proyectos de investigación aplicada destinados a la fabricación nacional de partes satelitales.
- Crear un registro de proveedores satelitales y evaluar estrategias de consolidación, escalamiento e internacionalización.
- Facilitar y promocionar la transferencia tecnológica por parte de las empresas estatales hacia otras empresas con la intención de desarrollar sistemas y aplicaciones espaciales en industrias no espaciales.
- Promover la articulación entre empresas existentes. Evaluar la pertinencia de aplicarlo bajo el programa NODOS. Las acciones pueden incluir la cocreación de conceptos, su demostración comercial, internacionalización conjunta, etc.
- Evaluar la creación de una incubadora/aceleradora de empresas satelitales en el ámbito de INVAP/CONAE/VENG, utilizando y potenciando experiencias como el "Programa de incubación de la cultura emprendedora" y "Emprende ConCiencia". Trabajar en articulación con el FONDCE y otros programas de financiamiento empresarial.
- Estimular a partir de esquemas de coinversión público-privada las inversiones de riesgo en empresas satelitales. Esto puede realizarse, por ejemplo, a partir del FONDCE.
- Lanzar concursos/desafíos orientados a *startups* para promover el desarrollo de soluciones disruptivas basadas en información satelital.
- Apoyar los lanzamientos compartidos (público/privados) para promover la construcción de satélites de pequeñas empresas del sector privado como de proyectos académicos.

- Propiciar, difundir y apoyar el alquiler de las instalaciones de CONAE, CEATSA, VENG para ensayos de empresas industriales así como la provisión de servicios de asesoramiento a otras empresas privadas.
- Utilizar nuevos componentes nacionales en proyectos satelitales locales a través de instrumentos de compra pública tanto del Ministerio de Economía como de los otros organismos de CTI del Estado Nacional de manera tal de promover la sustitución de importaciones y la exportación.
- Propiciar el funcionamiento de una Agencia Latinoamericana y Caribeña del Espacio de modo de aprovechar la ventaja tecnológica vis à vis las agencias espaciales de países vecinos y aumentar la integración en proyectos regionales.
- En línea con la Misión 5 (Tecnologías para Defensa y Seguridad), desarrollar satélites de comunicaciones para defensa, incluyendo satélites de órbita baja para comunicaciones y observación de la Tierra, microsátélites para comunicaciones y observación e instalar antenas en embarcaciones navieras para captura de pisada de ARSAT.

METAS A 2030



A partir de los diagnósticos y lineamientos de política elaborados a lo largo de esta Misión, se proponen las siguientes metas cuantitativas.

- Incrementar la participación de los cuatro sectores abordados en la Misión en el empleo asalariado formal en las empresas, pasando del 3,9% en 2021 al 4,9% en 2030. Para ello se propone como meta aumentar la cantidad de puestos de trabajo asalariados formales en los cuatro sectores abordados en la Misión en 164.000 (+68%), pasando de aproximadamente 241.000 en 2021 a 405.000 para 2030, a partir de:
 - Incrementar en 100.000 los puestos de trabajo asalariados formales en SSI (+76%).
 - Elevar en más de 26.000 los puestos formales en audiovisual (+75%).
 - Aumentar en más de 34.000 los puestos formales y superar los 100.000 puestos en el universo potencial de la industria 4.0 (+75%).
 - Incrementar en 75% el empleo formal en las empresas del complejo satelital (más de 2.700 nuevos puestos formales).
- Incrementar el protagonismo de los sectores de la Misión dentro del empleo joven. Como meta específica se propone que estos sectores pasen de explicar el 4,6% del empleo asalariado formal en las empresas en los jóvenes menores de 30 años en la actualidad al 5,8% para 2030.
- Aumentar la tasa de feminización en los sectores de la Misión, pasando de:
 - 32% a 38% en SSI.
 - 36% a 41% en industria audiovisual.
 - 15% a 19% en las ramas comprendidas en el universo potencial de la industria 4.0.
 - 19% a 24% en la industria satelital.
- Federalizar las actividades comprendidas en la Misión, pasando de un 24% de empleo formal extra-AMBA a un 32%.
- Incrementar las exportaciones de servicios basados en el conocimiento de 6.690 millones en 2021 a 18.000 millones para 2030. En particular, se propone como meta incrementar en 195% las exportaciones de SSI (alcanzando los 7.000 millones para 2030) y en 178% las de la industria audiovisual (llegando a los 800 millones para 2030).
- Incrementar el tamaño promedio de firma (puestos por empresa) y aumentar la cantidad de empresas en los sectores de la Misión, pasando de:
 - 6.000 a 8.500 empresas en SSI (+42%).
 - a 4.126 empresas en universo industria 4.0 (+20%).
 - 1.330 a 2.000 empresas en la industria audiovisual (+50%).
- Reducir a la mitad la tasa de pobreza en las y los trabajadores de la Misión, pasando de:
 - 6% al 3% en SSI.
 - 11% a 5% en audiovisual.
 - 12% a 6% en maquinarias y electrónica profesional (universo potencial industria 4.0).

- Aumentar la vinculación de las empresas de SSI con otros sectores productivos, a partir de que:
 - La industria pase a explicar el 11% al 15% de la demanda local de SSI.
 - Petróleo y minería pasen a explicar el 4% al 6% de la demanda local de SSI.

CUADRO 12. METAS DE LA MISIÓN 7

N° de meta	Meta específica	Línea de base (2021)	Meta 2030	Variación
7.1	% del empleo asalariado formal en las empresas explicado por los sectores de la Misión	3,9%	4,9%	+1 p.p
7.2	% del empleo asalariado formal en las empresas explicado por los sectores de la Misión (solo jóvenes)	4,6%	5,8%	+1,2 p.p
7.3	Puestos de trabajo asalariados formales - SSI	131.986	231.986	+100.000 (+76%)
7.4	Puestos de trabajo asalariados formales - Audiovisual	35.635	62.360	+26.725 (+75%)
7.5	Puestos de trabajo asalariados formales - Universo industria 4.0	69.378	104.067	+34.689 (+50%)
7.6	Puestos de trabajo asalariados formales - Satelital	3.674	6.430	+2.756 (+75%)
7.7	% de mujeres - SSI	32%	38%	+6 p.p
7.8	% de mujeres - Audiovisual	36%	41%	+5 p.p
7.9	% de mujeres - Universo industria 4.0	15%	19%	+4 p.p
7.10	% de mujeres - Satelital	19%	24%	+5 p.p
7.11	% de empleos en sectores de la Misión fuera del AMBA	24%	32%	+8 p.p
7.12	Exportaciones de SSI (incl. telecomunicaciones), en millones de dólares	2.366	7.000	+4.634 (+195%)
7.13	Exportaciones audiovisuales, en millones de dólares	288	800	+512 (+178%)
7.14	Exportaciones totales de SBC, en millones de dólares	6.690	18.000	+11.310 (+169%)
7.15	Tasa de pobreza en SSI	6% (2016-2022)	3%	-3 p.p.
7.16	Tasa de pobreza en audiovisual	11% (2016-2022)	5%	-6 p.p.

Continúa.



Continuación.

N° de meta	Meta específica	Línea de base (2021)	Meta 2030	Variación
7.17	Tasa de pobreza en universo industria 4.0	12% (2016-2022)	6%	-6 p.p.
7.18	Cantidad de empresas de SSI	6.000	8.500	+2.500 (+42%)
7.19	Cantidad de empresas (universo industria 4.0)	3.439	4.126	+887 (+20%)
7.20	Cantidad de empresas (audiovisual)	1.330	2.000	+670 (+50%)
7.21	% de la demanda local de SSI explicada por la industria	11% (2019)	15%	+ 4 p.p.
7.22	% de la demanda local de SSI explicada por petróleo y minería	4% (2019)	6%	+2 p.p.

Fuente de líneas de base: elaboración propia con base en CEP-XXI, SIPA, AFIP e INDEC.

ANEXOS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Anexo 1. Metodología

El siguiente listado de las actividades económicas vinculadas al proyecto es una adaptación al listado elaborado por Kejsefman y Rodríguez (2022), que tiene en cuenta la selección de López (2018) y la Ley N°27.506. Para la industria satelital, se consideraron las empresas relevadas por López, Pascuini y Álvarez (2021) que se encuentran listadas en el cuadro 14 del anexo 2.

CUADRO 13. LISTADO DE SECTORES SELECCIONADOS POR PROYECTO

Código CLAE	Descripción	Proyecto
620100	Servicios de consultores en informática y suministros de programas de informática	Servicios de informática y software
620200	Servicios de consultores en equipo de informática	
620300	Servicios de consultores en tecnología de la información	
620900	Servicios de informática n.c.p.	
631110	Procesamiento de datos	
631120	Hospedaje de datos	
631190	Actividades conexas al procesamiento y hospedaje de datos n.c.p.	
631200	Portales web	
591110	Producción de filmes y videocintas	Industria audiovisual
591120	Postproducción de filmes y videocintas	
591200	Distribución de filmes y videocintas	
591300	Exhibición de filmes y videocintas	
602100	Emisión y retransmisión de televisión abierta	
602310	Emisión de señales de televisión por suscripción	
602320	Producción de programas de televisión	
602900	Servicios de televisión n.c.p.	
261000	Fabricación de componentes electrónicos	Industria 4.0
262000	Fabricación de equipos y productos informáticos	
281600	Fabricación de maquinaria y equipo de elevación y manipulación (Incluye la fabricación de ascensores, escaleras mecánicas, montacargas, etc.)	
281900	Fabricación de maquinaria y equipo de uso general n.c.p.	
282200	Fabricación de máquinas herramienta	

Continúa.



Continuación.

Código CLAE	Descripción	Proyecto
282300	Fabricación de maquinaria metalúrgica	Industria 4.0
282400	Fabricación de maquinaria para la explotación de minas y canteras y para obras de construcción (Incluye la fabricación de máquinas y equipos viales, equipos para la extracción de petróleo y gas, etc.)	
282500	Fabricación de maquinaria para la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco	
282600	Fabricación de maquinaria para la elaboración de productos textiles, prendas de vestir y cueros	
282901	Fabricación de maquinaria para la industria del papel y las artes gráficas	
282909	Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial n.c.p.	
711003	Servicios relacionados con la electrónica y las comunicaciones	
261000	Fabricación de componentes electrónicos	

Anexo 2

CUADRO 14. CENTROS DE I+D DEL SECTOR ESPACIAL ARGENTINO

Actor	Descripción
CONAE	Diseña misiones y desarrolla equipos y componentes, junto con universidades, laboratorios y empresas proveedoras.
CEATSA	Propiedad de ARSAT e INVAP. Brindar servicios de ensayos de alta complejidad a las industrias: satelital, aeronáutica, electrónica, automotriz, de defensa, de energía y de bienes de capital en general. Realizó pruebas ambientales para los ARSAT 1 y 2.
CNEA	Desarrollo de usos pacíficos de la energía nuclear. Dentro de la CNEA ha sido de suma relevancia para las misiones satelitales argentinas el rol del Departamento de Energía Solar (DES), por su contribución en los subsistemas de energía
DES	Provee celdas y paneles de energía solar para diferentes misiones satelitales. También contribuye al establecimiento de normas nacionales para sistemas de aprovechamiento de la energía solar, en conjunto con el IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) y presta asesoramiento a los sectores público y privado en la materia.
CIOp	Actualmente depende del CONICET y de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Está dedicado a la investigación científica y tecnológica en el área de la fotónica, la óptica y las tecnologías de la luz.
GEMA	Equipo de trabajo integrado por profesionales del Departamento de Aeronáutica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. Realiza transferencia tecnológica a través de ensayos, investigaciones, servicios especiales, asesoramiento y asistencia técnica a la industria y empresas.
ASCENTIO Technologies S.A	Se dedica a ingeniería, desarrollo de software y operación de sistemas de alta disponibilidad. Ha participado de los proyectos SAC-D/Aquarius, SAOCOM, SABIAMAR y Tronador.
ARSULTRA S.A	Desarrolla tecnología aeroespacial e industrial para aplicaciones, particularmente con diseño de hardware. Entre sus desarrollos propios se encuentra el diseño de enclosures.
IAR (Instituto Argentino de Radioastronomía)	Forma parte del CONICET y realiza investigaciones científicas, observaciones y desarrollos en la banda de radio. Sus clientes incluyen a la CONAE, VENG, la CNEA e INVAP.
EMTECH	Empresa dedicada al diseño, desarrollo y consultoría sobre sistemas electrónicos embebidos

Fuente: elaboración propia con base en López *et al.* (2021).

CUADRO 15. OPERADORES DE SATÉLITES DE ARGENTINA

Actor	Descripción
ARSAT	Es el operador de bandera en Argentina. Además de operar sus satélites, provee servicios de información a clientes corporativos.
Satellogic	Satellogic es una empresa verticalmente integrada que fabrica sus satélites, los opera y provee servicios de información.

Fuente: elaboración propia con base en López *et al.* (2021).

CUADRO 16. FABRICANTES DEL SECTOR ESPACIAL ARGENTINO

Actor	Descripción
INVAP	Genera proyectos satelitales completos y, a excepción del lanzamiento, sus tareas abarcan desde el concepto de la misión hasta la puesta en órbita del satélite y su operación. Estos servicios son contratados por CONAE y ARSAT.
VENG	Dedicada al desarrollo de medios de acceso al espacio y servicios de lanzamiento. Tiene a cargo el desarrollo de los proyectos de la línea Tronador.
SADE	Fabrica sistemas robóticos, componentes mecánicos de uso espacial y sistemas de I&C. También realiza montaje en sitio de estructuras metálicas, sistemas eléctricos, de control e hidráulicos. Sus principales clientes son CONAE, CNEA y Nucleoeléctrica Argentina.
Mecánica 14	Fabrica componentes para vehículos espaciales. También participa en la actividad petrolera. Sus principales clientes son INVAP, CNEA, CONAE, VENG, Chevron, YPF y Tenaris.
SUR Emprendimientos Tecnológicos	Se especializa en el desarrollo y aplicación de tecnologías geoespaciales y en ingeniería de software para la industria aeroespacial. Sus principales clientes son CONAE, la empresa ScanTerra y la Secretaría de Ambiente.
LIA Aerospace	Actualmente está desarrollando dos vehículos espaciales.
Innova Space	Fabrica satélites diseñados para otorgar prestaciones de IoT.
TLON Space	Actualmente está desarrollando el cohete Aventura I.
EPIC Aerospace	Construcción de lanzadores.
Desarrollos Tecnológicos Argentina S.A	Se dedica al desarrollo de equipamientos de alta tecnología para la industria aeroespacial y militar. Ha participado de los proyectos SAC-D/Aquarius y SAOCOM. Sus desarrollos incluyen el controlador del Radar de Apertura Sintética, así como de <i>splitters</i> y amplificadores.
Asembli S.A	Fabrica placas de circuito impreso.
Metalúrgica Bognanno S.A.	Diseña y fabrica MGSE (mechanical ground support equipment).
SETEAR S.A	Fabrica maquinaria metalúrgica y equipos de uso especial.

Continúa.

Continuación.

Actor	Descripción
SIM&TEC S.A	Realiza análisis de ensayos ambientales, y análisis y modelado de elementos de satélite.
Taller Technologies S.A	Desarrollo de software de complejidad media/alta.
Vortex Design Solutions S.R.L	Realiza cálculo y simulación numérica y análisis de ensayos ambientales.

Fuente: elaboración propia con base en López *et al.* (2021).

CUADRO 17. PROVEEDORES DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN

Actor	Descripción
Servicios de telecomunicaciones	
Orbith CenturyLink Claro Sersat SES Telecom Telefónica de Argentina Telespazio Velconet	Ofrecen servicios que se ajustan a las necesidades del cliente o la industria que los utilice, adaptando la potencia, velocidad y protocolo de transmisión de la señal a las condiciones de entorno y necesidades, del usuario emisor y del receptor.
Servicios de imágenes y otros	
DirecTv Frontec Geosistemas SRL Red Intercable Satelital RTA S4 Sencinet Servicio Satelital SpaceSUR SPTI Tesacom	Las empresas mencionadas, por ejemplo, proveen servicios de análisis de imágenes satelitales con aplicaciones para distintas industrias, y otro tipo de servicios de información.

Fuente: elaboración propia con base en López *et al.* (2021).

Anexo 3

CUADRO 18. PROYECTOS BENEFICIARIOS DEL PROGRAMA POTENCIAR SATELITAL (2020-2022)

Proyecto N°	Nombre del proyecto	Nombre de organismo o razón social
1	Aeronave de propulsión eléctrica AVIEM AV100 Epower	Fundación de la Facultad de Ingeniería
		Aviem Aeronáutica SRL
2	Desarrollo y construcción de segunda generación de satélites MDQubeSAT2 para comunicación de internet de las cosas	Miota Aerospace S.A.S.
		Atx S.A.
3	Desarrollo de Antenas de nueva generación para enlace de comunicaciones tierra-espacio	Imer Antennas S.R.L.
		Fundación Facultad De Ingeniería
4	Desarrollo de Sistema de propulsión para cohetes basado en Manufactura Aditiva	Lia Aerospace S.A.
5	Desarrollo y Calificación de una Computadora Modular Espacial para Gestión de Cargas Útiles	Arsultra S.A.
		Universidad Nacional De Quilmes
6	Propulsor cohete líquido de Metano y Oxígeno líquido alimentado por bombas eléctricas	Fundación Facultad De Ingeniería
		Delta3 S.R.L.
7	Producción en serie de Canisters universales autoapuntables de 3 ejes para VSATs en movimiento	Servicio Satelital S.A.
8	Banco de ensayos mecánicos	Dta S.A.
9	Desarrollo de procesos de interferometría aplicados, principalmente, a la auscultación en la industria minera y petrolera	Ingeap S.A.S
10	Proyecto Satelital de órbita baja para laboratorio universitario en tecnologías de telecomunicaciones IoT.	Fundación Universidad De Palermo
		Fundetec
11	Desarrollo, fabricación y certificación de Paracaídas de Emergencia	Aerorigging S.A.S.

Continúa.

Continuación.

Proyecto N°	Nombre del proyecto	Nombre de organismo o razón social
12	Diseño y desarrollo de un instrumento satelital basado en sensores ópticos innovadores para incrementar la madurez tecnológica en comunicaciones ópticas y observación terrestre a baja intensidad de luz	Fundación UNSAM Innovacion Y Tecnología
13	Desarrollo Infraestructura IoT Satelital	Ascentio Technologies S.A.
14	Estación terrena satelital LatamNet - Realización y puesta en producción comercial	Latamsat S.A.S.
15	Desarrollo de servicio de internet de las cosas para el seguimiento de activos basado en redes tanto satelitales como celulares.	Arsat S.A.

Fuente: Portal Nacional de Datos Abiertos (datos.gob.ar)

CUADRO 19. PROYECTOS APROBADOS DEL PROGRAMA SOLUCIONA ORIENTADOS A LA INDUSTRIA AEROESPACIAL, SATELITAL O A TECNOLOGÍAS ESPACIALES (2020-2022)

Proyecto N°	Beneficiario	Nombre y resumen del proyecto
1	Grupo Nucleo S.A.	MDQubeSAT1: Satélite que dará cobertura nacional de comunicaciones IOT aplicado al Agro.
2	Latamsat S.A.S.	LatamCubeSat: Diseño, realización y puesta en órbita de un pequeño-satélite con sensor infrarrojo para teledetección térmica urbana y rural, con aplicaciones comerciales, de interés pública y privada, y mercado nacional y extranjero.
3	Mirich Seguridad Electrónica S.A.	Robot Vigía: Robot Autónomo para control, mantenimiento y seguridad.
4	Servicio Satelital Sa	Pedestal autoapuntable y crm: Desarrollo plataforma autoapuntable.
5	Sur Emprendimientos Tecnológicos S.R.L.	Satélites e inteligencia artificial aplicados a sectores estratégicos nacionales y con fines de exportación: Desarrollo de una solución para la utilización de satélites en sectores estratégicos, y con alto potencial exportador.
6	Descar Argentina S R L	Laboratorio de técnica avanzada de manufactura de materiales y procesos: Desarrollar un laboratorio de técnica avanzada de manufactura con materiales y tecnologías especiales combinando Impresión 3D de materiales compuestos y procesos robotizados flexibles para la prestación de servicios a la industria.

Fuente: Portal Nacional de Datos Abiertos (datos.gob.ar)

Bibliografía

ABES - Associação Brasileira das Empresas de Software. (2015). *Mercado brasileiro de software: Panorama e tendências*. Oxford University Press.

Accenture (2020). The Race for Digital Operations Transformation. The time for experimenting is over. Accenture. Disponible en https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-139/Accenture-The-Race-for-Digital-Operations-Transformation.pdf

Accenture (2021). Make the leap, take the lead. Tech strategies for innovation and growth. Accenture. Disponible en https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-153/Accenture-Make-The-Leap-Take-The-Lead-Report.pdf

Accenture (2022). Fjord Trends 2022. Accenture. Disponible en https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-170/Accenture-FjordTrends-2022.pdf#zoom=40

ADEI, O. (2016). Digitalización y sectores productivos en España. Observatorio ADEI.

ADVA-UNRaf (2021). Informe general del Observatorio de la Industria Argentina de Desarrollo de Videojuegos, Edición 2021. Observatorio Industria argentina Video juegos. Disponible en <https://www.adva.vg/observatorio/>

Albrieu, R., Basco, A., Brest López, C., de Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M., y Vienni, G. (2019). Travesía 4.0: Hacia la transformación industrial argentina. BID / INTAL / CIPPEC / UIA. <http://dx.doi.org/10.18235/0001731>

Arber, G. (coord.) (2021). *Indicadores de Ciencia y Tecnología. Argentina 2019*. Dirección Nacional de Información Científica dependiente de la Subsecretaría de Estudios y Prospectiva de la Secretaría de Planeamiento y Políticas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (pp. 46-92). Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2020/12/01_indicadores_2019_v_web.pdf

ARCAP (2017). Panorama argentino de inversiones de capital privado, emprendedor y semilla.

ARCAP (2022). Estudio de la Industria de Capital Privado, Emprendedor y Semilla en Argentina. Evolución 2016 - 2021.

Artopoulos, A., y Lepratte, L. (10-11 de noviembre de 2021). *Entre Clusters y Enclaves. Articulaciones territoriales de las Industrias del conocimiento en Argentina 2002-2020*. Primeras Jornadas CEUR. Tecnología y territorio: paradigmas tecno-económicos y nuevas configuraciones socio-espaciales en América Latina.

Austrade (2013) Software de Minería y Tecnologías Especializadas. Gobierno de Australia, Australian Trade Commission.

Baiocchi, D., y Welser IV, W. (2015). The democratization of space. *Foreign Affairs*, 94(3), 98, pp. 98-104. Barletta, F., Kataishi, R., y Yoguel, G. (2013). La trama automotriz argentina: dinámica reciente, capacidades tecnológicas y conducta innovativa. En G. Stumpo y D. Rivas (comp.), *La industria argentina frente a los nuevos desafíos y oportunidades del siglo XXI* (pp. 159-190). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Basco, A., Beliz, G., Coatz, D., y Garnero, P. (2018). Industria 4.0. Fabricando el Futuro. BID/UIA/INTAL. <http://dx.doi.org/10.18235/0001229>.

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Engel, P., Harnisch, M. y Justus, J. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. BCG. Disponible en https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries

Nieponice, G., Rivera, R., Tfeli, A. y Drewanz, J. (2018). Acelerando el desarrollo de Industria 4.0 en Argentina. BCG.

Bekerman, M., y Cataife, G. (2002). El sector software en Argentina: situación actual y sugerencia de políticas [CENES. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires.] Disponible en http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/docin/docin_cenes_012.pdf

BMWK. (2020). Industrie 4.0. Federal Ministry for Economics Affairs and Climate Action. Disponible en <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Dossier/industrie-40.html>

Borrastero, C. (2018). Elementos teóricos para la estructuración de un modelo de análisis socioeconómico del crecimiento de sectores industriales de perfil innovador. *Intersticios sociales*, (15), pp. 9-48.

Borello, J., A. González, L., Quintar, A., Martínez, M. y Barnes, C. (2022). Innovación e innovación social en la producción audiovisual: Reflexiones sobre dos estudios de caso. *Revista Iberoamericana CTS*, ISSN: 1850-0013. Disponible en <http://www.revistacts.net/innovacion-e-innovacion-social-en-la-produccion-audiovisual-reflexiones-sobre-dos-estudios-de-caso/>

Borello, J. A., Motta, J. y Fleitas, G. (2019). Políticas subnacionales de fomento a la producción audiovisual en la Argentina: Trayectoria, tipos de instrumentos y perspectivas. *Imagofagia* 19. Disponible en <http://www.asaeca.org/imagofagia/index.php/imagofagia/article/view/1815/1469>

Bourdieu, P. (2012). *La distinción. Criterio y bases sociales del gusto*. Aguilar, Altea.

Buquet Corleto, G. (2005). El poder de Hollywood. Un análisis económico del mercado audiovisual en Europa y Estados Unidos. Fundación Autor.

Brixner, C., Isaak, P., Mochi, S., Ozono, M., Suárez, D., y Yoguel, G. (2020). Back to the future. Is industry 4.0 a new tecno-organizational paradigm? Implications for Latin American countries. *Economics of Innovation and New Technology*, 29(7), 705-719. DOI: [10.1080/10438599.2020.1719642](https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1719642).

CAFMA. (2020). La industria de maquinaria agrícola argentina. Estructura, evolución 2002-19 y perspectivas. Cámara argentina de fabricantes de maquinaria agrícola (CAFMA).

CAICT (2020). Digital Economy Development in China. China Academy of Information and Communications Technology White Paper, July 2020. Disponible en <http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202007/P020200728343679920779.pdf>

Calá, C. D. (2018). *Buenas prácticas de inserción internacional de pymes: el caso de las empresas productoras de software y servicios informáticos de la ciudad de Mar del Plata. Documento de trabajo N° 25.* Programa de Investigadores de la Secretaría de Comercio de la Nación. Comisión Nacional de Comercio Exterior. Secretaría de Comercio- Ministerio de Producción y Trabajo.

CAMYM (2015). Documento de difusión del sector de matrices y moldes de la Argentina.

Capacity Building Programme Office (2020). Technology and transfer. Disponible en https://www.isro.gov.in/sites/default/files/article-files/capacity-building/technology-transfer/technology_transfer_book_-_november_2021.pdf

Casalet, M. (2018). La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza colaborativa. Estudios de casos. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Castillo, M. (2017). El estado de la manufactura avanzada: competencia entre las plataformas de la Internet industrial. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Cassiolato, J., Podcameni, G. y Szapiro, M. (2015) As Fronteiras Tecnológicas nos Sistemas Nacionais de Inovação dos Brics a partir de seus Projetos Nacionais: China. Texto para Discussão - RedeSistDesenvolvimento, Inovação e Território. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2013) *Dimensões estratégicas do desenvolvimento brasileiro* Vol. 2.: *as fronteiras do conhecimento e da inovação: oportunidades, restrições e alternativas estratégicas para o Brasil*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CEPAL. (2013). Economía digital para el cambio estructural y la igualdad. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35408/1/S2013186_es.pdf

CEPAL (2019). Industria 4.0: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

CESSI (2020). Sector SSI. Coyuntura 2019 - 2020. Cámara de la Industria Argentina del Software.

CESSI (2021a). Coyuntura 2020 Y Expectativas 2021. Cámara de la Industria Argentina del Software.

CESSI (2021b). La evolución de los salarios en la industria IT. Cámara de la Industria Argentina del Software.

China Academy of Information and Communications Technology. (2020). Digital Economy Development in China (2020). China Academy of Information and Communications Technology.

Chudnovsky, D., y López, A. (2006). The software and information services sector in Argentina: the pros and cons of an inward-oriented development strategy, en D'Costa, A.P. (eds) *The New Economy in Development. Technology, Globalization and Development Series*, (pp. 137-160). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/9780230287709_7

Comisión Europea (2021). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Brújula Digital 2030: el enfoque de Europa para el Decenio Digital. Bruselas.

Commonwealth of Australia (2021). Digital Economy Strategy 2030. A leading digital economy and society by 2030. Department of the Prime Minister and Cabinet. Disponible en <https://digitaleconomy.pmc.gov.au/sites/default/files/2021-07/digital-economy-strategy.pdf>

Creton, L. (2015). The Political Economy of French Cinema: Attendance and Movie Theaters, en Fox, A.; Marie, M.; Moine, R., y Radner, H. (Eds.), *A companion to contemporary French cinema*. John Wiley & Sons.

CSIRO Futures. (2017). Mining equipment, technology and services: a roadmap for unlocking future growth opportunities for Australia. CSIRO. Disponible en <https://www.csiro.au/en/work-with-us/services/consultancy-strategic-advice-services/csiro-futures/energy-and-resources/mets-roadmap>

Deloitte (2018), Toward the next horizon of industry 4.0. Accelerating transformation through collaborations and startups. Disponible en https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/IL327_Toward-the-next-horizon/IL327_Toward-the-next-horizon.pdf

Deloitte (2022). Tech Trends 2022. Deloitte Insights, Deloitte Development LLC. Disponible en https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/articles/US164706_Tech-trends-2022/DI_Tech-trends-2022.pdf

Departamento de Industria, Turismo y Recursos de Australia (2003). Mining technology services: Australia leading the world: mining technology services action agenda strategic leaders group report to government.

Dennerley, J. A. (2016). Emerging Space Nations and the Development of International Regulatory Regimes. *Space Policy*, 35, pp. 27-32. doi:10.1016/j.spacepol.2016.02.003

Diario Oficial de la Federación (2021). ACUERDO por el que se expide la Estrategia Digital Nacional 2021-2024. Estados Unidos Mexicanos. Disponible en https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5628886&fecha=06/09/2021

Digital Agency (2021). Japan's Digital Policy. Minister for Digital. Disponible en https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/0f321c23-517f-439e-9076-5804f0a24b59/20211227_en_japans_digital_policy_01.pdfDigitalES. (2022). 10 retos para el desarrollo de la Inteligencia Artificial sostenible. Informe Plan Nacional de Algoritmos Verdes. DigitalES. Disponible en https://www.digitales.es/wp-content/uploads/2022/05/Informe_DigitalES_Algoritmos_Verdes.pdf

DigitalES (2022). ALGORITMOS VERDES. 10 retos para el desarrollo de la Inteligencia Artificial sostenible. Disponible en https://www.digitales.es/wp-content/uploads/2022/05/Informe_DigitalES_Algoritmos_Verdes.pdf.

Dirección Nacional de Información Científica. (2019). Informe Sectorial de Resultados. Software y Servicios Informáticos. Ministerio de Economía de la Nación. Disponible en <http://mecon.gov.ar>

Emerging Europe (2022). Future of IT report. Disponible en <https://emerging-europe.com/future-of-it-2022/>

European Commission (2022). Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 Poland. Disponible en <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/88719>

Emerging Europe (2022). Future of IT report. Disponible en <https://emerging-europe.com/future-of-it-2022/>

European Commission (2022). Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 Poland. Disponible en <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/88719>

Erbes, A., Gutman, G., Lavarello, P., y Robert, V. (2019). Industria 4.0: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe.

European Parliament. (2016). Industry 4.0.

European Audiovisual Observatory (2021). "Trends in the VOD market in EU28". Observatoire européen de l'audiovisuel. Council of Europe: Strasbourg. Disponible en <https://rm.coe.int/trends-in-the-vod-market-in-eu28-final-version/1680a1511a>

European Audiovisual Observatory (2022). "Investing in European works: the obligations on VOD providers". Council of Europe: Strasbourg, ISSN 2079-1062. Disponible en <https://rm.coe.int/iris-plus-2022en2-financial-obligations-for-vod-services/1680a6889c>

European Audiovisual Observatory (2012-2022). Focus. World Film Market Trends. París: Marché du Film.

European Commission (2021). Europe's Digital Decade The EU will pursue a human-centric, sustainable vision for digital society throughout the digital decade to empower citizens and businesses. Bruselas.

Falicov, T. (2012). Programa Ibermedia: ¿cine transnacional iberoamericano o relaciones públicas para España? *Reflexiones*, 91(1).

Feldman, P. J., y Girolimo, U. (2021). La Industria 4.0 en perspectiva latinoamericana: limitaciones, oportunidades y desafíos para su desarrollo. *Revista Perspectivas de Políticas Públicas*, 10(20), 459-491.

Fernández Franco, S., Graña, J., Rikap, C., y Robert, V. (2022). Industria 4.0 como sistema tecnológico. Los desafíos de la política pública. In.

Freeman, C., y Louçã, F. (2001). As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution. Oxford University Press.

Gajst, N., y Frugoni, M. L. (2016). Software y Servicios Informáticos. *Informes de Cadenas de Valor*, 1(12). Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo - Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspe_cadena_de_valor_servicios_ssi.pdf

García Leiva, M. T. y Albornoz, L. A. (2020). VOD service providers and regulation in the European Union: an audiovisual diversity approach. *International Journal of Cultural Policy*.

Gayá, R. (2015). El sistema multilateral de comercio y las nuevas tecnologías. *Integración & comercio*, (39), 64-77.

Gayá, R. (2019). Software y servicios de informática Estados Unidos. Agencia ProCórdoba - Ministerio de Industria, Comercio y Minería de la Provincia de Córdoba. Disponible en https://www.procordoba.org/images_db/noticias_archivos/2442-SSI%20Estados%20Unidos.pdf

Getino, O. y Schargorodsky, H. (2008). *El cine argentino en los mercados externos*. Buenos Aires: FCE-UBA. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Revista-Integraci%C3%B3n--Comercio-A%C3%B1o-19-No-39-Septiembre-2015.pdf>

Gobierno de España. (2020). Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial.

Gobierno de España (2022). España Digital 2025. Vicepresidencia Tercera del Gobierno, Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Disponible en https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/Documents/EspanaDigital_2025_TransicionDigital.pdf

- Gompers, P. y Lerner, J. (2001) The Venture Capital Revolution. *Journal of Economic Perspectives*—Volume 15, Number 2—Spring 2001—Pages 145–168. Disponible en <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.15.2.145>
- González, L. (2021). *El (nuevo) devenir global del cine argentino. Políticas y mercados externos*. Buenos Aires: TeseoPress, 308 p. ISBN: 978-987-88-2664-6, e-ISBN: 978-987-88-2666-0. Disponible en <https://www.teseopress.com/cineargentino/>
- Gonzalo, M. (2018). A Long-term Narrative on India from Latin America: Peripherization, National System of Innovation and Autonomous Expenditures (PhD thesis). Instituto de Economía/Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Gonzalo, M. (2020), “Acceso universal, cobertura básica, autonomía y resiliencia productiva: desafíos ordenadores de las misiones en salud”, trabajo elaborado para el seminario “El derecho a la salud en la Argentina postCOVID-19. Acceso universal y tecnología local como impulsores de desarrollo”, CEPAL-GIZ, Buenos Aires, 23 y 24 de junio
- Gonzalo, M. (2021): Freeman’s broadening contribution revisited: reasoned-history and systemic STI policies from South America to the Global South, *Innovation and Development*, DOI: 10.1080/2157930X.2021.1930378
- Gonzalo, M. Cassiolato, J. y Szapiro, M. (2015) *As Fronteiras Tecnológicas nos Sistemas Nacionais de Inovação dos Brics a partir de seus Projetos Nacionais: Índia*. Texto para Discussão - RedeSistDesenvolvimento, Inovação e Território (TD DIT - Nº 11/2015), Rio de Janeiro, 2015.
- Gonzalo, M., y Kantis, H. (2021). The Indian venture capital emergence, development, and boom: A southern contextualization. *Growth and Change*, 52(2), 687-705.
- Gonzalo, M., Brizuela, G., Curbelo, F., López, S. y Ascúa, R. (2022). El rol estatal en el desarrollo de la industria de capital de riesgo. Referencias internacionales, Argentina y el FONDCE. Documento Nº 37. Serie de Documentos Argentina Productiva 2030. Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo, Ministerio de Economía de la Nación.
- Gonzalo, M., Federico, J., Parthasarathy, B., y Kantis, H. (2022). Bangalore’s IT entrepreneurial ecosystem: a systemic and evolutionary understanding from Latin America. *Revista Brasileira de Inovação*, 21.
- Gonzalo, M. y Haro Sly, M. J. (2022). Emergencia del 5G en el Sur Global: India y Brasil entre Estados Unidos de América y China. *Oasis*, 35, pp. 255-277.
- Government of the Republic of Korea (2021). Korean New Deal 2.0. National Strategy for a Great Transformation.
- Groetzner, L. y Repetto, J. M. (2021). *Mirar la Tierra desde el Espacio: 30 años de la Agencia Espacial Argentina* Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Ministerio de Ciencia

Tecnología e Innovación. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mirarlatierradesdeespacio-conae-30aniversario.pdf>

GTAI (2014). *Industrie 4.0. Smart Manufacturing for the Future*. Germany Trade & Invest.

GTAI (2018). *Industrie 4.0. Germany Market Report and Outlook*. Germany Trade & Invest.

Gonzalo, M., Curbelo F., Brizuela G., López, S., y Ascúa R. (2022). *El rol estatal en el desarrollo de la industria de capital de riesgo: Referencias internacionales, la Argentina y el FONDCE*. Documento N° 37. Serie de Documentos Argentina Productiva 2030. Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo - Ministerio de Economía de la Nación.

Gonzalo, M., y Kantis, H. (2021). The Indian venture capital emergence, development, and boom: A southern contextualization. *Growth and Change*, 52(2), 687-705.
DOI:[10.1111/grow.12495](https://doi.org/10.1111/grow.12495)

Gonzalo, M., Federico, J., Parthasarathy, B., y Kantis, H. (2022). Bangalore's IT entrepreneurial ecosystem: a systemic and evolutionary understanding from Latin America. *Revista Brasileira de Inovação*, 21. DOI: <https://doi.org/10.20396/rbi.v21i00.8661874>

Hristov, K. (2017). Internet plus policy: A study on how China can achieve economic growth through the internet of things. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 8(15).
DOI:[10.1108/JSTPM-03-2017-0007](https://doi.org/10.1108/JSTPM-03-2017-0007)

INCAA (2022). *Impacto económico y tributario del Sector Audiovisual Argentino*. Documentos del Observatorio Audiovisual. Instituto Nacional de Cine y Artes Audiovisuales. Disponible en <http://www.incaa.gov.ar/estudio-de-impacto-economico-y-tributario-del-sector-audiovisual-argentino-elaborado-por-el-observatorio-audiovisual-del-incaa>

INCAA (2021). *Fondo de Fomento Audiovisual: estimación de ingresos a partir de eventuales aportes de las plataformas de streaming*. Documentos del Observatorio Audiovisual. Buenos Aires: Instituto Nacional de Cine y Artes Audiovisuales. Disponible en http://www.incaa.gov.ar/wp-content/uploads/2022/07/incaa_el_sector_audiovisual_frente_a_la_pandemia_del_covid19_211020.pdf

INDEC (2019). *Estimación de la importación de servicios digitales en la balanza de pagos de la Argentina*. Documentos de trabajo n° 27. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponible en https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/publicaciones/servicios_digitales_bdp.pdf

INE (s/f). Directorio de Empresas y Establecimientos. Instituto Nacional de Estadística. Recuperado de <https://www.ine.gub.uy/web/guest/directorio-de-empresas-y-establecimientos>

International Trade Administration (2022). *Poland Digital Technologies*. International Trade

Administration. Disponible en <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/poland-digital-technologies>

INTI (2017). Mapa de impresión 3D. Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

INTI (2018). Fabricación de impresoras 3d en Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

International Trade Administration (2022). Poland Digital Technologies. Disponible en <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/poland-digital-technologies>

INVAP (2020). Comunicación bianual de progreso al Pacto Global. 1 de julio 2018 – 30 junio 2019 y 1 de julio 2019 – 30 junio 2020. (p. 49). <https://www.invap.com.ar/sitio2020/wp-content/uploads/2021/12/INVAP-Reporte-de-Pacto-Global-2018-2020.pdf>

Japan Government (2018). National Data Strategy. National Strategy Office of IT, Cabinet Secretariat.

Kataishi, R., y Barletta, F. (2013). Difusión de las TIC en el tejido productivo argentino: una revisión de la evidencia disponible, en M. Novick y S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo*, (pp. 79-105). Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Kejsefman, I., y Rodríguez, J. J. (2022). Empleo, salarios y educación en el sector de economía del conocimiento. Documentos de Trabajo del Plan Argentina Productiva 2030 N° 25. Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022/05/25_-_economia_del_conocimiento_-_arg._productiva2030..pdf

KPMG (2022). Venture pulse Q1 2022 global analysis of venture funding. Disponible en <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2022/04/venture-pulse.pdf>

Labó Fossa, R. (2022). Gobernanza de los clústers mineros. Los casos de Australia, Chile y Perú. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Lachman, J. y López, A. (2022). Los servicios basados en conocimiento en Argentina. Tendencias, oportunidades y desafíos. Documento n°34, Ministerio de Desarrollo Productivo. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/34_-_sbc_en_argentina_-_arg._productiva.pdf

LAVCA (2021). 2021 Review of Tech Investment in Latin America. The Association for Private Capital Investment in Latin America.

Lepratte, L., y Artopoulos, A. (2021). *Entre Clusters y Enclaves. Articulaciones territoriales de las Industrias del conocimiento en Argentina 2002-2020*. Jornadas CEUR: Tecnología y Territorio. Paradigmas tecno-económicos y nuevas configuraciones socio-espaciales en América Latina.

López, A. y Lachman, J. (2022). *Los servicios basados en conocimiento en Argentina. Tendencias, oportunidades y desafíos*. Documentos de Trabajo del Plan Argentina Productiva 2030 N° 34. Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/34_-_sbc_en_argentina_-_arg_productiva.pdf

López, A. y Pascuini, P. (2018). *Institucionalidad y cambio tecnológico en las telecomunicaciones satelitales argentinas*. Serie de Documentos de Trabajo del IIEP N°30. Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires. Disponible en <https://iiep-baires.econ.uba.ar/uploads/publicaciones/461/archivos/1.pdf>

López, A., Pascuini, P. y Ramos, A. (2017). *Al infinito y más allá: una exploración sobre la economía del espacio en la Argentina*. Serie Documentos de Trabajo del IIEP N° 17 (pp. 1-61). Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires. Disponible en <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/34009>

López, A., Pascuini, P., y Ramos, A. (2018). Climbing the Space Technology Ladder in the South: The Case of Argentina. *Space Policy*, 46, 53–63.
<https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2018.06.001>

López, A., Pascuini, P., y Alvarez, V. (2021). *Integración local y derrames tecnológicos en el sector espacial argentino: Situación y potencialidades*. Documento de trabajo N°8. Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt_8_-_sector_espacial_argentino_1.pdf

López, A., y Ramos, A. (2018). El sector de software y servicios informáticos en la Argentina. *Evolución, competitividad y políticas públicas*. Argentina: Fundación CECE. Disponible en <http://fcece.org.ar/wp-content/uploads/informes/software-servicios-informaticos-argentina.pdf>

López, A., y Ramos, D. (2007). Complementación productiva en la industria del software en los países del Mercosur: impulsando la integración regional para participar en el mercado global. *Swiss Agency for Development and Cooperation – SCD (Suiza)*.

López, A., y Ramos, D. (2009). Industria de software y servicios informáticos Argentina: tendencias, factores de competitividad y clusters Relatório técnico N° 4.

Loreti, D., y Lozano, L. (2018). En Europa se consigue. Un acercamiento a las nuevas pautas de regulación audiovisual aprobadas por el Parlamento Europeo. *Avatares*, (16).

LNI. (2017). Labs Network Industrie 4.0. Germany-wide test for the efficient way in industry 4.0 innovations. Disponible en https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation-gesamt/iiot-world-tour-turin/lni.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Luzardo, A., De Azevedo, B., Mateo-Berganza Díaz, M. M., Becerra, L., Funes, G., Santoro, M., Penix-Tadsen, P. y Pison, J.P. (2019). Los videojuegos no son un juego. Los desconocidos éxitos de los estudios de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.

Mariscotti, M. (1985). *El secreto atómico de Huemul*. Sudamericana/Planeta.

Martins, P., Gonzalo, M., y Szapiro, M. (2018). Sistemas Setoriais de Inovação em Países Emergentes: o Software na Índia e no Brasil em Perspectiva Comparada. *BRICS Policy Center/Centro de Estudos e Pesquisas BRICS*. DOI:[10.5151/enei2018-48](https://doi.org/10.5151/enei2018-48).

Mazzucato, M. (2013). O estado empreendedor. Portfolio Penguin.

Mazzucato, M. (2014). A mission-oriented approach to building the entrepreneurial state. Innovate UK: Technology Strategy Board. Disponible en <https://www.ukri.org/wp-content/uploads/2021/12/IUK-071221-BuildingEntrepreneurialStateMazzucatoReportSummary.pdf>.

Mazzucato, M. (2017). Mission-Oriented Innovation Policy. Challenges and opportunities. Action and Research Centre, UCL Institute for Innovation and Public Purpose.

Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), pp. 803–815. doi: 10.1093/icc/dty034

Mazzucato, M. (2021). *Misión economía: Una guía para cambiar el capitalismo*. Taurus.

Mazzucato, M., Mazzoli, E., Conway, R. (2022). “BBC Future Funding”. A submission from the UCL Institute for Innovation and Public Purpose.

McKinsey. (2017). La reinención digital: una oportunidad para España. McKinsey&Company.

McKinsey (2020). The power of emerging technologies: Finding value through data. McKinsey&Company. Disponible en <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/tech-forward/the-power-of-emerging-technologies-finding-value-through-data>

Melamud, A., Bruera, I., Grosso, J., y Rozemberg, R. (2016). La cadena de valor del software y servicios informáticos. *Boletín Informativo Techint*, 351, pp. 105-129.

Meller P. y Gana J. (2015). *El desarrollo de Proveedores Mineros en Australia: Implicancias para Chile*. CIEPLAN.

Messier, D. (2022) JAXA & Dentsu Group Start Co-creation of Supply and Demand Business Utilizing Artificial Satellite Data. Parabolic Arc. Disponible en <http://www.parabolicarc.com/2022/07/06/jaxa-dentsu-group-start-co-creation-of-supply-and-demand-business-utilizing-artificial-satellite-data/>

- MGI y McKinsey (2015). The Internet of Things: mapping the value beyond the hype.
- Micek, G. (2015). Global Value Chains: The Case of the Software Industry in Poland en j. Vlčková (Ed.), *How to Benefit from Global Value Chains? – Implications for the V4 Countries*.
- MINETUR (2015). Industria Conectada 4.0. La transformación digital de la industria española.
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (2018). Estratégias Brasileiras para a Transformação Digital. Departamento de Políticas e Programas Setoriais em TICs, Secretaria de Política de Informática. Disponible en <https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/comunicados-mcti/estrategia-digital-brasileira/estrategiadigital.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Productivo (2021). Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/produccion/planargentina40>
- Ministerio de Economía (2022). Cadenas productivas argentinas. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cadenasproductivasargentinas_trabajomadre_mayo2022.pdf
- Ministerio de Educación. (2021). Mujeres en ciencias duras: Un desafío de muchos años. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/noticias/mujeres-en-ciencias-duras-un-desafio-de-muchos-anos>
- Ministerio de Producción y Trabajo (2019). Argentina Exporta: Audiovisuales. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/analisis_de_sector_audiovisuales.pdf
- Moguillansky, M. (2016). *Cines del Sur*. Imago Mundi.
- Moncaut, N., Baum, G., y Robert, V. (2021). ¿Qué industria de software promovemos y cuál necesitamos? *Realidad económica*, 51(340), 77-a.
- Motta, J., Morero, H. A., y Borrastero, C. (2017). La industria del software: la generación de capacidades tecnológicas y el desafío de elevar la productividad sistémica en M. Abeles, M. Cimoli, y P. Lavarello (Eds.), *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Motta, J., Morero, H., y Ascúa, R. (2019). Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- MPA. (2021). The motion picture and television industry. Creating jobs, trading around the world. Motion Picture Association. Disponible en https://www.motionpictures.org/wp-content/uploads/2022/01/MPA_US_Economic_Contribution_2020_Final.pdf
- Novick, M., Rojo, S., Castillo, V., Tumini, L., y Breard, G. (2013). Nuevas actividades económicas surgidas a partir del paradigma TIC: el sector del software y los servicios de call center. En M.

Novick y S. Rotondo (eds.), *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo* (pp. 247-287). CEPAL.

NSIL (2021). 2° Reporte Anual 2020-2021. New Space India Ltd. Disponible en <https://www.nsilindia.co.in/annual-report>

Obaya, M., Robert, V., Lerena, O., y Yoguel, G. (2019). Dynamic capabilities in the software and information services industry. A case-study analysis in Argentina from a business model perspective. *Innovation and Development*, 10(1), pp. 1-28.
<https://doi.org/10.1080/2157930x.2019.1572098>

OECD (2012). *OECD Handbook on Measuring the Space Economy*. OECD Publishing.

OECD (2014). *The Space Economy at a Glance 2014*. OECD Publishing.

OECD (2019). *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>

OECD (2020a). Measuring the economic impact of the space sector: key indicators and options to improve data. OECD. Disponible en <https://www.oecd.org/sti/inno/space-forum/measuring-economic-impact-space-sector.pdf>

OECD (2020b). *The impacts of COVID-19 on the space industry*. OECD. Disponible en <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/the-impacts-of-covid-19-on-the-space-industry-e727e36f/>

ONU Mujeres (s/f). Conoce más sobre brecha salarial: Causas, cifras y por qué hay que combatirla. ONU Mujeres – América Latina y el Caribe. Disponible en <https://lac.unwomen.org/es/que-hacemos/empoderamiento-economico/epic/que-es-la-brecha-salarial>

OPSSI (2018). Reporte anual sobre el Sector de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina. Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos de la Argentina (OPSSI)- Cámara de la Industria Argentina del Software (CESSI).

OPSSI (2019). Reporte anual sobre el Sector de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina. Año 2018. Cámara de la Industria Argentina del Software (CESSI).

OPSSI (2020). Informe 2020 – Mujeres en la industria del software. Cámara de la Industria Argentina del Software (CESSI).

OPSSI (2022). Sector SSI / OPSSI. Coyuntura 2019-2020 / Comisión de Estadísticas de CESSI. Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos - Cámara Empresarial del Software y Servicios Informáticos. Disponible en <https://cessi.org.ar/wp-content/uploads/2022/02/opssi-reporte-anual-del-sector-de-software-y-servicios-informaticos-de-la-republica-argentina-2019-2.pdf>

Pascual Arce, J. (2020). El mercado del software en Argentina. En Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Buenos Aires. Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=ef2a949e-8dfa-40ff-b24b-fd0835d104ab%40sessionmgr4001&vid=5&hid=4101>

Pascuini, P. (2020). De la acumulación de capacidades tecnológicas a la planificación geostacionaria en la Argentina. *Ciencia y Poder Aéreo*, 15(2), 53–67.

Pascuini, P. y A. López (2022). Tendencias en la economía del espacio y potencial argentino. Serie Documentos de Trabajo del IIEP N°70, pp. 1-58. Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires. Disponible en <https://iiep-baires.econ.uba.ar/uploads/publicaciones/543/archivos/1.pdf>

Peirano, F. (2013). El complejo productivo de bienes de capital. En: *La industria argentina frente a los nuevos desafíos y oportunidades del siglo XXI*, pp. 61-100. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Pelton, J. N. (2019). *Space 2.0: Revolutionary advances in the space industry*. Springer.

Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge journal of economics*, 34(1), pp. 185-202.

Pérez González, D., Solana-González, P., y Trigueros Preciado, S. (2018). Economía del dato y transformación digital en pymes industriales: Retos y oportunidades. *Revista de Economía Industrial* (409), pp. 37-45.

Persistent y Zinnov (2020). Venture Capital Investments in enterprise software. Disponible en <https://www.persistent.com/insights/whitepapers/venture-capital-investments-in-enterprise-software/>

Petroni, G., Venturini, K. y Santini, S. (2010). Space technology transfer policies: Learning from scientific satellite case studies. *Space Policy*, 26, pp. 39-52.

Petroni G., Venturini K., Cantarello S. y Verbano C (2009). Discovering the basic strategic orientation of big space agencies. *Space Policy*, 25, pp. 45-62.

Pereira, M., Florencia Barletta, M., y Yoguel, G. (2016). The performance of the sector of software and it services in the Argentina: microeconomic evidence of public support programmes. *Cepal Review*, (120), pp. 181-199.

Przedziecka, E. (2020). Foreign direct investments in Poland. American Chamber of Commerce in Poland. Global FDI. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/348620397_Foreign_direct_investments_in_Poland

Polish Investment & Trade Agency (2021). Succeed with Poland. The Information and Communications Technology Sector. Disponible en https://publikacje.paih.gov.pl/Poland_ICT_-_Succeed_With_Poland/

Rapoport, M. (2000). *Historia económica, política y social de la Argentina (1880-2000)*. Ediciones Macchi.

Rivero, E. (2022). Netflix y el Estado marginal. *Página/12*, Buenos Aires, 01/02/2022. Disponible en <https://www.pagina12.com.ar/398974-netflix-y-el-estado-marginal>

Robert, V., Baum, G. y Moncaut, N. (2021). Argentina y la fábrica de tecnología global. *Revista Anfibia*. Disponible en <https://www.revistaanfibia.com/ley-economia-conocimiento-argentina-y-la-fabrica-de-tecnologia-global/>

Roland Berger (2016a). Lessons From the Start-Up Nation. How global companies are tapping into Israel's innovation pipeline and what other countries. THINK ACT Beyond Mainstream. Roland Berger GMBH

Roland Berger (2016b). *España 4.0: El reto de la transformación digital de la economía*. Siemens

Rozemberg, R., y Gayá, R. (2019). Los servicios basados en el conocimiento en los países miembros de la ALADI. Asociación Latinoamericana de Integración. Disponible en [http://www2.aladi.org/nsfaladi/Estudios.nsf/549D519A6B48B8A5032584C10052F463/\\$FILE/232.pdf](http://www2.aladi.org/nsfaladi/Estudios.nsf/549D519A6B48B8A5032584C10052F463/$FILE/232.pdf)

Rud, L. (18-20 de abril de 2017a). *Parecidos pero diferentes. Las políticas cinematográficas de Corea del Sur y de la Argentina (1995-2015)*. Jornadas de Estudios en Cultura y Comunicación. Universidad Nacional de San Martín - UNSAM.

Rud, L. (2017b). *Ver otros mundos. La promoción de las cinematografías coreana y argentina*. VII Congreso Nacional de ALADAA, Buenos Aires, Argentina.

Rutkowski, E. (2019). IT/ICT sector in Poland. Polish Agency for Enterprise Development. Disponible en https://ict.trade-old.gov.pl/pl/f/v/570995/PPE_PL_IT%20ICT%20SECTOR%20IN%20POLAND.pdf

Scatteia, L. y Perrot, Y. (2020). Resilience of the space Sector to the COVID-19 Crisis. PwC. Disponible en <https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2020/05/fr-france-en-resilience-of-the-space-sector-to-the-covid-19-crisis.pdf>

Schroeder, W. (2016). Germany's Industry 4.0 strategy. Rhine capitalism in the age of digitalisation. Friedrich Ebert Stiftung. Disponible en https://uk.fes.de/fileadmin/user_upload/publications/files/FES-London_Schroeder_Germanys-Industrie-40-Strategy.pdf

SEGIB. (2020). Políticas de transformación digital para pymes en el espacio iberoamericano. Secretaría General Iberoamericana.

SIA. (2015). 2015 State of the Satellite Industry Report. Satellite Industry Association. Disponible en https://brycotech.com/reports/report-documents/SIA_SSIR_2015.pdf

SIA. (2021). 2021 State of the Satellite Industry Report. Satellite Industry Association. Disponible en https://brycotech.com/reports/report-documents/SIA_SSIR_2021.pdf

Space Capital (2022). Space Investment Quarterly. Q1 2022. Space Capital. Disponible en <https://www.spacecapital.com/quarterly>

Spacetechn Analytics. (2022). *SpaceTech Industry 2021. Year overview*. Spacetechn analytics. Disponible en https://analytics.dkv.global/spacetechn/spacetechn_industry_year_2021_overview.pdf

Startus (2022a). Satellite Technology Trend Report. Startus Insights.

Startus (2022b). Media Trend Report. Startus Insights.

Statista (2022a). Digital transformation spending worldwide 2017-2025. Disponible en <https://www.statista.com/statistics/870924/worldwide-digital-transformation-market-size/>

Statista (2022b). Global COVID-19 impact on digital transformation budget 2020. Disponible en <https://www.statista.com/statistics/1200764/covid-digital-transformation-budget/>

The Economist (2021). Adventure capitalism. Noviembre de 2021. Disponible en <https://www.economist.com/leaders/2021/11/27/adventure-capitalism>

UN. (2020). *Director: Statements*. Disponible en <https://www.unoosa.org/oosa/en/aboutus/director/statements.html>

UNCTAD (2019). Informe sobre la economía digital 2019. Creación y captura de valor: repercusiones para los países en desarrollo. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Disponible en https://unctad.org/es/system/files/official-document/der2019_overview_es.pdf

UNESCO (3-21 de octubre de 2005). *Convención sobre la Protección y Promoción de la Diversidad de las Expresiones Culturales* [Conferencia General - 33º reunión] UNESCO. Disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000142919_spa

UNESCO (2016). *Diversidad e industria cinematográfica. Análisis de la encuesta del UIS del año 2014 sobre las estadísticas de largometrajes*. Documento de información N° 29. UIS-UNESCO. <http://dx.doi.org/10.15220/978>

United States International Trade Commission. (2018). Recent Trends in U.S. Services Trade: 2018 Annual Report. Disponible en https://www.usitc.gov/publications/industry_econ_analysis_332/2018/recent_trends_us_services_trade_2018_annual_report.htm

U.K. Government (2020). National Data Strategy. Department for Digital, Culture, Media & Sport. Disponible en <https://www.gov.uk/government/publications/uk-national-data-strategy/national-data-strategy>

U.S. Government (2019). Manufacturing USA Strategic plan. Advanced Manufacturing National Program Office. Disponible en <https://www.manufacturingusa.com/sites/manufacturingusa.com/files/2021-01/2019%20MfgUSA%20Strategic%20Plan%2011-10-2020.pdf>

Walas Mateo, F., y Arazabal, E. (4-6 de diciembre de 2013). *La Cadena de Valor del Sector de Software y Servicios Informáticos (SSI), el caso del cluster de empresas de software de La Plata, Argentina*. III Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (CONBREPRO)

Wang, Z., Chen, C., Guo, B., Yu, Z., y Zhou, X. (2016). Internet plus in China. *IT Professional*, 18(3), pp. 5-8. DOI:[10.1109/MITP.2016.47](https://doi.org/10.1109/MITP.2016.47)

Weinzierl, M. (2018). Space, the final economic frontier. *Journal of Economic Perspectives*, 32(2), 173–192. DOI:[10.1257/jep.32.2.173](https://doi.org/10.1257/jep.32.2.173)

Weinzierl, M., y Sarang, M. (2021). *The Commercial Space Age Is Here*. Harvard Business Review. <https://hbr.org/2021/02/the-commercial-space-age-is-here>

Wood, D. y Weigel, A. (2011). Building Technological Capability within Satellite Programs in Developing Countries. *Acta Astronautica*, 69(11-12), pp. 1110-1122. doi:[10.1016/j.actaastro.2011.06.008](https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2011.06.008).

Xu, B. (2015). *China Internet Plus Strategy*. SESEC III Report. Disponible en https://www.sesec.eu/app/uploads/2015/06/2015_05_SESECIII_Newsletter_April_2015_Anne_x02_China_Internet_Plus_Strat....pdf

Zenglein, M., y Holzmann, A. (2019). Evolving Made in China 2025. China's industrial policy in the quest for global tech leadership. Merics Papers on China N°8. Mercator Institute for China Studies

Zhou, X.-f., y Chen, L. (2021). Digital health care in China and access for older people. *The Lancet Public Health*, 6(12), pp. e873-e874. DOI:[https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(21\)00051-7](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(21)00051-7)

ARGENTINA PRODUCTIVA 2030



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo