

¿Qué perfil de especialización de la industria de software necesitamos?

Nicolás Moncaut
Conicet – UNSAM
nmoncaut@gmail.com

Gabriel Baum
LIFIA – UNLP
gbaum@lifia.info.unlp.edu.ar

Verónica Robert
Conicet – UNSAM
vrobert@gmail.com

Mayo 2020

Palabras clave

Software y servicios informáticos; Política industrial; Especialización productiva; Economía del conocimiento; Desarrollo económico.

Resumen

En este artículo se discute el tipo de especialización que tiene la industria del software argentina y la forma de inserción en cadenas globales de valor. A partir de dos casos de estudio se comparan modelos alternativos con diferente orientación exportadora e interrelación productiva en el medio local. Se argumenta que la Ley de Software de 2004 con vigencia hasta 2019 ha resultado determinante en la orientación del perfil productivo del sector. Asimismo se demuestra que los cambios en la nueva Ley de Industrias del Conocimiento (incluso después de las modificaciones introducidas en su reglamentación a comienzos de 2020), mantiene una orientación similar. En el artículo se sostiene que el modelo promovido desde las políticas públicas ha resultado exitoso en términos de crecimiento de empleo y exportaciones. Sin embargo, deja vacantes otros espacios de interés de para la política pública como la imbricación del sector en el entramado productivo y el efecto sobre la productividad manufacturera y la exportación de productos y servicios de alto valor, con posibilidad de crecimiento basado en la apropiación de rentas de conocimiento.

1 Introducción

De acuerdo con una larga tradición de literatura económica (Adam Smith, Allyn Young, Nicholas Kaldor) la mayor escala de producción, ya sea en bienes o servicios, habilita a una mayor división del trabajo que conduce ganancias de productividad derivadas de los aprendizajes e innovaciones que conlleva la especialización. Sin embargo, con la división del trabajo surge el problema sobre la distribución de los esfuerzos y los beneficios derivados de las nuevas y diferenciadas actividades dentro de una cadena o sector, cuestión que se vuelve de especial interés cuando esta división del trabajo es internacional, en el marco de lo que la literatura denomina cadenas globales de valor (Gereffi et al., 2005; Humphrey y Schmitz, 2002). Las actividades en las que se divide el trabajo involucran capacidades, aprendizajes y posibilidades de generación y apropiación de rentas diferentes. Por lo tanto, no es lo mismo para el desarrollo económico de las distintas regiones involucradas en una cadena de valor asumir cualquier especialización al interior de cualquier industria en general. En este artículo argumentamos que tampoco lo es en el caso de la industria de Software y Servicios Informáticos (SSI) en particular.

El desarrollo del sector de software en la Argentina, así como en otros países de ingreso tardío se da en un contexto de creciente organización del sector en el marco de cadenas globales. El tipo de especialización y de inserción en estas cadenas que logre la Argentina será determinante en sus oportunidades de desarrollo y de articulación con el entramado productivo nacional (Moncaut et al., 2017).

En este artículo proponemos discutir la cuestión del perfil de especialización del sector en Argentina en el contexto de una creciente división del trabajo dentro de la actividad. Nos preguntamos qué actividades son las que más desarrollo han tenido en los últimos años y cómo esta especialización puede repercutir sobre la construcción de capacidades, diferenciación y apropiación de rentas, vinculación con otras ramas de actividad y desarrollo. Para esto nos basamos en algunas experiencias nacionales como el caso del cluster de SSI radicado en la Ciudad de Tandil, orientado a la exportación de servicios de desarrollo y el caso de un conjunto de empresas de la provincia de Santa Fe, focalizadas en la provisión de soluciones para la industria 4.0 en pymes industriales. El caso de Tandil muestra las tensiones entre objetivos públicos y privados sobre el desarrollo local (Robert y Moncaut, 2018; Moncaut, 2019) El caso de empresas orientadas al segmento de soluciones para la industria, muestra las oportunidades y obstáculos al desarrollo y aprendizaje basadas en las relaciones proveedor-cliente (Erbes et al., 2019). En este sentido planteamos que estas experiencias resultan casos testigo de la lógica de crecimiento del sector SSI a nivel nacional que permite extraer algunas ideas clave para pensar en cómo apoyar una trayectoria sectorial conveniente para el desarrollo de largo plazo del país.

El artículo se organiza de la siguiente forma: en primer lugar abordamos, desde una perspectiva histórica, el proceso de transformación de la industria de software que condujo a la distribución de su producción a nivel internacional. En segundo lugar, presentamos brevemente las dos experiencias sobre las que justificamos nuestros argumentos: el caso del cluster de SSI de Tandil y el grupo de empresas de software orientadas a la industria 4.0. A partir de estas experiencias buscamos identificar

tensiones entre desarrollo económico de largo plazo y la respuesta a las demandas locales e internacionales. Partimos de la idea de que estas experiencias pueden ser útiles para pensar una trayectoria de especialización estratégica del sector SSI a nivel nacional. En tercer lugar, revisamos las leyes nacionales de promoción del sector y discutimos su alcance a la luz de las experiencias analizadas. Explicamos el contexto de surgimiento de estas políticas, su implementación y las modificaciones introducidas a lo largo del tiempo. Nos preguntamos específicamente qué efecto han tenido sobre la conformación actual del perfil de especialización del sector. Finalmente ofrecemos algunas reflexiones sobre el tipo de orientación de la política que daría lugar a un cambio en este perfil.

El objetivo último del artículo es repensar el diseño de política pública frente a las nuevas necesidades del desarrollo del sector en vinculación con una estrategia de desarrollo económico nacional.

2 Distribución internacional de la producción de software

Una breve recorrida histórica podría servir para entender más claramente la transformación de la producción de software, desde una actividad artesanal (décadas de 1940 a 1960) a una actividad económica global y sistemática de alta rentabilidad.

Desde la aparición de las primeras computadoras hasta los años 60 el desarrollo de software era una actividad para pocos elegidos. Resultaba imposible predecir tiempos, costos y esfuerzos necesarios para completar un proyecto de software, así fuera un programa más o menos complejo. A pesar de estas dificultades, la expansión de la demanda de software fue rápida y relativamente masiva, tanto en ámbitos académicos, como militares, administrativos y financieros. En cambio, la oferta y el soporte técnico la siguieron muy por detrás, dificultando la planificación, y operatividad de gobiernos y empresas, crecientemente dependientes de las tecnologías de la información. Esta situación derivó en la crisis del sector conocida como la crisis del software que tuvo lugar entre la década de los 60 y mediados de los 80 del siglo pasado. Pero desde los fines de los años 50, se había estado desarrollando a la par una disciplina nueva, la ingeniería de software, que debió cargar con la superación de tal crisis, al mejorar la planificación y orientar el desarrollo de capacidades. El nuevo campo de conocimiento vino a poner algo de orden al caos del desarrollo de software de la época, a través de principios y metodologías propios de las ingenierías tradicionales, buscando principalmente a hacer predecible una actividad cargada de incertidumbre. Naturalmente, luego encontraría su propio rumbo.

En los años 80, la ingeniería de software ya estaba establecida como una disciplina por sus propios méritos junto a las ciencias de la computación. Pero no era evidente aún que la crisis del software se hubiera solucionado. Sin embargo, la ingeniería de software fue creando los métodos y herramientas para lograr progresivamente que los proyectos de software, cada vez más grandes, críticos y complejos, fueran mucho más previsibles y confiables. Las innovaciones tecnológicas y metodológicas en todos los niveles y fases del desarrollo de software, como los procesos de desarrollo unificados y estandarizados y la Orientación a Objetos, resultantes de un avance

extraordinariamente rápido y efectivo nunca visto antes en ninguna otra ingeniería, han permitido el desarrollo de sistemas informáticos enormes, y aceptablemente confiables y eficientes, en todos los ámbitos de la actividad humana.

La explosión de las comunicaciones y el desarrollo de Internet y la Web, introdujo nuevas demandas y desafíos nunca antes imaginados. La ingeniería de software una vez más, adaptó muchas de sus herramientas a este nuevo contexto. Por ejemplo, incorporó el uso de metodologías ágiles y Scrum en equipos de desarrollo distribuidos geográficamente (Khmelevsky et al., 2107). No obstante, algunas de las problemáticas como la interoperabilidad y la seguridad en escala global cambiaron de calidad notoriamente. La globalización montada en la nueva revolución de las TICs no solamente afectó las actividades, ideas y sentimientos de gran parte de la humanidad, sino también la forma en que las propias TICs se producen. En particular, el desarrollo de software de forma distribuida a escala mundial.

El desarrollo global de software con actores disgregados alrededor del mundo ha sido la respuesta estratégica de las grandes empresas del sector para hacer frente a las crecientes demandas de personal capacitado. Articular procesos de desarrollo de software a escala global le permitió acceder a mano de obra calificada a costos competitivos. Permitted ampliar la oferta trabajo incluir más países donde diversificar los desarrollos, reducir costos laborales, ya que estos nuevos países presentaban salarios más bajos, incrementar los horarios de desarrollo, al incorporar trabajadores y empresas ubicadas en diferentes husos horarios y acceder a nuevos mercados. La creciente fragmentación del proceso productivo en cadenas globales de valor también permitió a las grandes empresas arbitrar entre diferentes contextos institucionales y entre diferentes capacidades locales (diferentes sistemas de innovación) para decidir la localización de actividades específicas. Guiadas por una lógica de eficiencia productiva, las actividades de menor valor tendieron a ser subcontratadas y mantuvieron para sí las actividades *core*¹. Esto les permitió disminuir los costos de producción -a partir de la ganancia de eficiencia por división del trabajo y especialización-, flexibilizar su actividad y tercerizar riesgos, derivados de creciente volatilidad de la demanda, su sofisticación y el acotado ciclo de vida de los productos.

Sin embargo, la labor de producir software a nivel global no estuvo exenta de dificultades (Noll et al., 2011). La falta de comunicación entre los equipos disgregados, el solapamiento de horarios, los problemas de gestión y control del proyecto, los problemas por la multiculturalidad, entre otros, son comunes en entornos de producción de software global. Algunas de estas dificultades han sido abordadas mediante un correcto modelado de procesos que guíe la ejecución del proyecto de desarrollo de software y su adecuado seguimiento (Osterweil, 1986). Lo que, a su vez, ha mostrado impactos sobre las oportunidades de apropiación y valorización de los eslabones no-*core* de la cadena. Realizar un modelado de software riguroso fue una estrategia común orientada a facilitar el entendimiento y la

¹ Los esfuerzos en materia de estandarización de procesos en las actividades del sector SSI y la difusión de normas de calidad y modelos de mejores prácticas (ISO, CMM, CMMI, etc.) permitieron disminuir los costos y riesgos de subcontratación (Berti, 2017).

comunicación entre el equipo de producción y simplificar la administración del proceso y su control (Curtis et al., 1988).

En este contexto, la ingeniería de software han desarrollado guías para el modelado de procesos tales como Global Software Development Model (Conchúir et al., 2009; Akbar et al., 2020). Asimismo, la expansión masiva de plataformas de “crowdworking”, tales como Microtask.com, Amazon Mechanical Turk, Mobenzi, Crowdfunder y Samasource permiten de forma progresiva realizar una coordinación compleja de trabajos simples (“microtasks”) a costos decrecientes, lo que también constituye es una muestra concreta de los avances de la ingeniería de software frente a los nuevos desafíos (Bergvall-Kåreborn y Howcroft, 2014).

En la trayectoria evolutiva de la ingeniería del software de detallamos hasta aquí una cuestión ha sido constante: el avance en la codificación. Cuanto mayor es la codificación del proyecto original menor es el margen para poner en juego capacidades en la interpretación y ejecución de las tareas que van desde la planificación a la implementación y mantenimiento.

Esta cuestión ha sido analizada para el caso de software y servicios informáticos, en donde se observa que los espacios para la aplicación de saberes tácitos, aparecen las oportunidades de valorización y apropiación de rentas. Parthasarathy y Aoyama (2006) y Chaminade y Vang (2008) demuestran que esto sucede cuando las empresas indias pasaron de un modelo de venta de horas programador a un modelo de negocios basado en producto terminado, donde las empresas indias además de la capacidad de programación (altamente calificada) ponen en juego capacidad de diseño, planificación e implementación (con mayor presencia de componentes tácitos).

Las posibilidades encontradas por algunas empresas indias contrasta con la tendencia general a la codificación, que de hecho no es propia del sector de software y servicios informáticos sino que puede verse en el comienzo mismo de la gerencia científica del trabajo (Taylor, 1911) y en los estudios sobre el proceso de aprendizaje de las organizaciones de finales del siglo (Nonaka y Takeuchi, 1995). Otros autores han interpretado esto como un traslado del saber hacer (know how) del trabajo al capital (Coriat, 1998) y entre capitales en el marco de cadenas globales de valor (Gereffi et al., 2005), que quita poder de negociación en la disputa por rentas tecnológicas y de aprendizaje.

Este artículo toma en consideración algunas de las consecuencias de esta novedosa situación, que viene a profundizar una bastante consolidada trayectoria del sector software argentino.

3 El sector software en Argentina

Una breve revisión histórica (Rodríguez Leal y Carnota, 2015) muestra que el sector informático tiene un amplio recorrido en la Argentina desde la década de 1960. La histórica Clementina de Ciencias Exactas y la CEFIBA de Ingeniería en la UBA, y el intento de la CEUNS en la Universidad Nacional del Sur ubicaron a la Argentina en las primeras filas de la computación de esa época. Sin embargo, el golpe de 1966 con

su “noche de los bastones largos”, que dió lugar a la Dictadura del 66-73, terminó con esa primera etapa de avances. Los 2 años de democracia 1973-75, recuperaron algo de los sembrado antes en términos de nuevos proyectos, entre los que se destacó Fate Electrónica, que desarrolló la notable serie Cífra, desde calculadoras de oficina hasta una mini-computadora, de características muy avanzadas en hardware y software, que no alcanzó a ver la luz por el sangriento golpe de estado y la nueva dictadura 1976-83.

La recuperación democrática volvió a retomar los objetivos de desarrollar la informática, otra vez de la mano de Manuel Sadosky, ahora Secretario de Ciencia y técnica de la Nación. La creación de la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI), el Programa Nacional de Informática y Electrónica y el gran programa de cooperación con Brasil, dieron cuenta de un claro intento de autonomía tecnológica, que fue frustrado por el gobierno neoliberal de Menem y las políticas derivadas del Consenso de Washington. Estos avances y retrocesos sucesivos, justifican tanto las capacidades como las debilidades del sector informático argentino. Así como la ESLAI permitió cambiar la educación universitaria en Informática, mejorando notablemente su calidad en relación con la mayor parte de los países de la región, sus escasos cuatro años de vida retrasaron la formación de posgrados que recién comenzó cinco años después de su desaparición. Estas discontinuidades también impidieron el desarrollo de la educación en las tecnologías de la información de la población en general y en la educación formal en particular.

La trayectoria evolutiva del sector demuestra que a lo largo de su historia varios tipos de especialización y orientación se fueron experimentado y, junto con ellos, diferentes formas de construcción de capacidades. Los mayores avances en materia de construcción de competencia se realizaron en contextos en los que se priorizo el desarrollo de capacidades fundamentales a través de programas complejos de formación y cooperación internacional. Sin embargo, una característica común que acompañó a todas las experiencias pasadas de desarrollo sectorial fue su orientación hacia el mercado interno, que se explican por motivos diversos que incluyen los serios problemas de balanza de pagos que afectaron al país durante la década del 80, la relevancia de la construcción de un sector de tecnología autónomo, y también por la incapacidad de la oferta internacional para cubrir la demandas altamente específicas de la digitalización de bancos y grandes empresas locales, en donde los saberes tácitos y las interacciones cara a cara eran imprescindibles. Los momentos de freno a la construcción de capacidades refieren a instancias políticas de corte liberal que promovieron una especialización basada en la importación de soluciones extranjeras complementadas con desarrollos ad-hoc donde la empresas trasnacionales perdían competitividad frente a la cercanía y los conocimientos tácitos sobre el entramado productivo que tenían las empresas de software locales.

Hoy el sector SSI está conformado predominantemente por pymes, con mayor cantidad de pequeñas que de medianas que están orientadas a tareas de baja a mediana complejidad. Pocas empresas ofrecen productos, la mayor parte de los servicios ofrecidos son relativamente simples y reflejan las limitaciones de las empresas demandantes nacionales ya que las empresas multinacionales son abastecidas por las matrices o por empresas vinculadas. Como se indicó previamente, esta situación es producto de la dependencia tecnológica consolidada desde la última dictadura (1976-83) y sostenida hasta la actualidad. Este sendero permitió generar una masa crítica de

trabajadores, impensada hace 20 años. La actual industria SSI es también resultado de las políticas públicas activas encaradas desde 2005 (Régimen de Promoción SSI) cuyo foco principal fue transformar a la Argentina en un “actor relevante” en el marco de una participación subordinada en el mercado mundial SSI, en la que los países periféricos (o en desarrollo) realizan las tareas de menor complejidad a bajo costo para economías centrales.

Si bien el sector de SSI en Argentina tuvo este desarrollo temprano (Aguirre, 2003; Azpiazu et al., 1990; Erbes et al, 2006), cobró fuerte impulso a partir del año 2001, momento en que se combinaron el auge de la subcontratación y deslocalización global del sector SSI con una fuerte devaluación del peso argentino que implicó una ganancia abrupta de competitividad del sector local (ante salarios fijos en pesos). En este contexto, el Estado Nacional implementó una serie de políticas públicas orientadas al fomento y desarrollo del sector. En el 2003 se lanzó el Foro de Competitividad del Sector SSI para que el diseño de las políticas sectoriales contara con la participación de los diferentes actores involucrados en el sector (Barletta, et al, 2017). En este Foro participaron funcionarios de las diferentes escalas de gobierno (nacional, provincial y municipal), representantes de las empresas y la academia (Gutman et al, 2006). Y tuvo como resultado el Plan Estratégico de Software y Servicios de Información 2004-2014 y el Plan de Acción 2004-2007 (Libro Azul y Blanco del sector SSI) en los que se identificaron las oportunidades y desafíos del sector y se delinearon las acciones a realizar. Paralelamente, en el año 2002, inició el proceso de discusión de una ley para la promoción del sector que concluyó con su sanción en el año 2005. La Ley N° 25.922 (Régimen de Promoción de Software) se transformó en el principal instrumento de apoyo al sector en Argentina hasta el momento, cuya vigencia se extendió hasta fines del 2019².

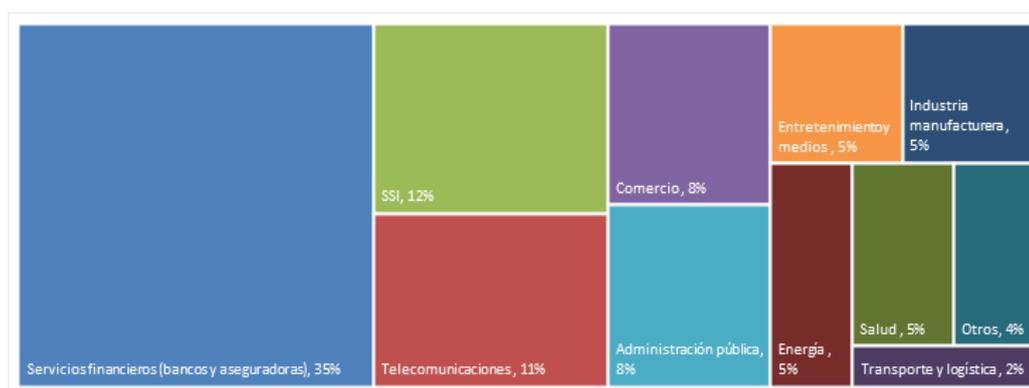
Esta política, acompañada de una demanda local e internacional creciente dio lugar a que en el periodo 2002-2018 el empleo del sector SSI creciera a una tasa anual promedio acumulativa del 13%, que las ventas totales (en dólares estadounidenses) lo hicieran al 10% y las exportaciones al 28%. Se estima que actualmente hay en el sector alrededor de 4.850 empresas que ocupan a más de 100 mil trabajadores registrados (113 mil si se considera a los trabajadores no registrados), que en 2018 obtuvieron ingresos por alrededor de 3.200 millones de dólares y que exportaron poco más de 1.700 millones de dólares (OPSSI, 2019), lo que indica un coeficiente de exportación superior al 50%. En base a datos provistos por INDEC del balance de pagos, se calcula que las ventas al exterior de SSI representaron en 2017 un 12% de las exportaciones argentinas de servicios y un 2% de las exportaciones totales del país, mientras que el monto total de exportaciones es semejante al correspondiente a sectores tradicionales argentinos como el siderúrgico y del aluminio (2.000 millones de dólares) y el triguero (2.800 millones de dólares).

En el Gráfico 1 se muestra la distribución de las ventas al mercado interno del sector SSI argentino por actividad de los clientes. La industria manufacturera local representa un 5% de las ventas del sector SSI. Considerando que el mercado local representa el 48,2% de las ventas totales del sector, la industria manufacturera

² En la sección 4 se analiza de forma comparativa este régimen con el Régimen de Economía del Conocimiento.

Argentina representa sólo un 2,4% de la demanda que satisface el sector. Otro aspecto a destacar es que el sector público representa sólo el 8% de las ventas de sector, lo que contrasta con otras experiencias internacionales que ronda el 15%.

Gráfico 1: distribución de las ventas al mercado interno del sector SSI argentino por actividad de los clientes (promedio 2017-2018)



Fuente: elaboración propia en base a OPSSI (2018).

Como ocurre a nivel internacional, el principal obstáculo al crecimiento del sector SSI proviene de las restricciones para incrementar la oferta de trabajo calificado (OPSSI, 2006, 2017). La formación de programadores, ingenieros y licenciados en informática, y técnicos de orientaciones varias crece a un ritmo inferior que los requerimientos del mercado, lo que redundará en aumentos salariales con efecto sobre la competitividad precio del sector, considerando que los costos laborales representan alrededor del 70% de los costos totales de la actividad (OPSSI, 2018). Por este motivo, la principal demanda de las empresas al sector público consiste en medidas que apunten a resolver el problema de escasez de oferta de trabajadores especializados en las áreas de informática. Diferentes instrumentos de política se han implementado con esa dirección. Entre ellas se destaca la creación del fondo público-privado para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Informática (FOMENI), junto con otros instrumentos de política como el programa “InverTI en vos”, las “Becas Bicentenario”, el PNB TIC (Programa Nacional de Becas para Carreras de Grado en Área TICs), el Plan + Mas, el Plan Entertech, y el Programa de Estímulo a la Formación de Analistas del Conocimiento (“Plan 111 mil”). En forma adicional, algunas provincias también tomaron medidas propias para promover estudios relacionados con TI (Fernández-Arias et al., 2016).

Al igual que a escala global, la mayor demanda de soluciones informáticas alentó a que las empresas de países centrales a fragmentar el proceso, deslocalizar su producción y así aumentar su escala, las empresas argentinas radicadas en Buenos Aires o en otros polos neurálgicos de desarrollo (especialmente Córdoba o Rosario) transitaron un proceso similar al orientar su búsqueda de programadores hacia el interior del país. De este modo, se verificó que la radicación de las empresas del

sector en la Argentina se expandiera de grandes centro urbanos³ a otras localizaciones como Mendoza, Santa Fe, algunos partidos del Gran Buenos Aires y ciudades de menor tamaño, como Tandil en la provincia de Buenos Aires.

3.4 Tandil

El caso de Tandil aparece como un caso paradigmático en Argentina de un territorio cuya producción de software sufrió una transformación en su escala y especialización a partir del auge de la subcontratación y deslocalización internacional de SSI. No se trata de un caso representativo, sino más bien de un caso extremo que permite caracterizar una trayectoria posible para el sector SSI argentino. A partir del análisis de esta experiencia se busca anticipar algunas problemáticas por las que podría atravesar el desarrollo del sector a nivel nacional si se optara (por acción u omisión de la política pública) por una trayectoria similar.

El cluster de SSI de Tandil cuenta con alrededor de 80 empresas de las cuales algunas son laboratorios o centros de desarrollo de grandes empresas radicadas en C.A.B.A. como Globant, Technisys y Grupo ASSA (gA). Las empresas del cluster son mayoritariamente pequeñas o medianas y surgieron en el transcurso de los últimos 10 años. Hay alrededor de 5 empresas con más de 70 trabajadores, mientras que el resto cuenta con entre 6 y 10. El sector emplea en la ciudad a aproximadamente a 1.700 personas incluyendo a quienes se desempeñan en relación de dependencia y a quienes lo hacen por cuenta propia (Girolimo, 2018).

El modelo de negocio adoptado por la mayoría de las empresas del cluster de Tandil consiste en la exportación de servicios de outsourcing y desarrollos a medida que son subcontratados por empresas multinacionales o grandes empresas principalmente del sector financiero (banca y seguros) o del propio sector SSI (Robert y Moncaut, 2018). Se trata de “*software factories*” cuya facturación se compone en más de un 70% por exportaciones destinadas principalmente a EE.UU. (Municipalidad de Tandil & CEPIT, 2015).

La estrategia de estas empresas consiste en ser atractivas para la subcontratación internacional. Esto implica ofrecer servicios a costos relativamente bajos, contar con capacidades de gestión de proyectos y de recursos humanos, y adoptar normas técnicas, estándares de calidad y altas calificaciones en modelos de buenas prácticas. Su principal activo y fuente de competitividad es su capacidad de gestión y coordinación de trabajo y el bajo costo de las horas de programación de sus empleados.

³ La Ciudad Autónoma de Buenos Aires concentra alrededor del 70% de las empresas privadas del sector (de un total de 5.300 en el país) y aproximadamente el 62% del empleo registrado (de un total de 100 mil puestos de trabajo registrados en el país) según datos para el año 2017 del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE).

Las actividades que realizan las firmas del cluster son intensivas en tareas de codificación. Se trata de un segmento de la producción de software que se caracteriza por tener bajas barreras a la entrada a la competencia debido a que i) el ingreso de nuevas empresas al segmento no se ve limitado por derechos de propiedad intelectual, ii) se requieren bajos niveles relativos de inversión privada en activos ilíquidos como la infraestructura y iii) demandan capacidades técnicas relativamente difundidas. Por lo tanto, la estructura del mercado correspondiente a ese segmento de la producción SSI es altamente competitiva lo cual determina una reducida capacidad de captura de excedentes por parte de las empresas del sector. A su vez, se trata de un eslabón poco intensivo en I+D, dado que los servicios vendidos son *commodities*, en los cuales la competencia se da principalmente por costos, más que por diferenciación (Moncaut, 2019)⁴.

3.5 Oferta del software al sector industrial

Otra trayectoria posible se observa en el contexto de emergencia de las nuevas tecnologías de la Industria 4.0, orientadas al incremento de la productividad industrial. Se conocen como tecnologías de la industria 4.0 al conjunto de sistemas ciber físicos dedicados al control, monitoreo y registro de información de la producción industrial, con fines de incrementar la productividad vía optimización de procesos o vía incorporación de valor agregado por medio de la integración de servicios al mix de oferta de la empresa.

Más allá del reciente debate acerca de si estas tecnologías constituyen o no un nuevo paradigma (Brixner et al, 2019), el impulso alcanzado en los últimos años de la mano de la expansión de la robótica, sensorización e inteligencia artificial (Lu, 2017; Behrad Bagheri y Kao, 2015) y, especialmente, desde la estrategia de grandes corporaciones globales y de políticas industriales de países como Alemania (Schroeder, 2016), Corea (Sung, 2018) y Estados Unidos (Tasey, 2014) han posicionado a estas tecnologías en el foco de atención frente a estrategias de ganancia de productividad industrial.

En este contexto, una pregunta relevante es qué rol está jugando la industria de software argentina en este proceso emergente. La novedad es que efectivamente se registran un número creciente de empresas de software argentinas que orientan su oferta de servicios hacia el sector productivo local (Erbes et al., 2019). Este es el caso de empresas de software y electrónica que ofrecen soluciones de la industria 4.0, como ser automatización de procesos industriales (en especial, lo que se conoce como final de línea y mantenimiento predictivo), integración de información industrial a través de la sensorización y piso de planta y especialmente a través de la integración

⁴ Cabe destacar que, si bien la mayoría de las empresas radicadas en el cluster presenta tal especialización, también hay algunas que ofrecen productos estandarizados de software intensivos en I+D demandados por el sector productivo local o internacional y por el sector público.

de sistemas industriales con los sistemas administrativos (de gestión de recursos, clientes y proveedores).

Las empresas de software que se orientan a este segmento de negocios cubren un amplio espectro de necesidades, que van desde la implementación de soluciones de grandes corporaciones de la automatización industrial, hasta el desarrollo e implementación de soluciones ad hoc para pymes locales. La diferencia crucial está en los costos de la electrónica industrial, en los recursos disponibles de las empresas industriales y en las perspectivas de los retornos asociados a la actualización tecnológica. En un estudio de CEPAL (Erbes et al., 2019), orientado a ver el aporte del sector de software a la industria manufacturera santafesina, se destaca que las empresas dedicadas a la automatización industrial (con más de 30 años en el mercado) transitan una trayectoria de incorporación de servicios de desarrollo de software e integración entre soluciones de grandes proveedores globales de electrónica industrial (Siemens, Aveva, Schneider, entre otros). Estas empresas han evidenciado un fuerte crecimiento en su oferta de servicios incorporando los paquetes de industria 4.0 de los proveedores globales que ofrecen a grandes empresas industriales locales. Las empresas adoptantes, por su parte, buscan una actualización tecnológica que las acerque a las nuevas prácticas productivas y organizacionales globales para mantenerse competitivas internacionalmente (en especial, a través de la integración de la información de planta con los sistemas de gestión como SAP).

En el otro extremo, encontramos a un conjunto de empresas de software que proveen soluciones a medida de sensorización para el monitoreo y control de procesos industriales y de integración con otros sistemas de información de la empresa adoptante, fundamentalmente Pymes industriales que no cuentan con recursos para acceder a los paquetes importados. En estos casos, las empresas de software complementan su oferta de servicios con productos de electrónica industrial elaborada ad hoc para el cliente en asociación con empresas de electrónica locales. En estos casos se verifica una fuerte interacción entre la empresas de software, la empresa de electrónica y el cliente en la que se promueve el aprendizaje con efectos positivos sobre la productividad del sector manufacturero. La oferta de sistemas y soluciones de la industria 4.0 promueve que la empresa manufacturera estandarice sus procesos (industriales como comerciales y de gestión) e implementen y mejoren sus sistemas de información.

Entre estos extremos se localizan diferentes gradientes de situaciones en función de los recursos y motivaciones de las empresas adoptantes, pero en todos los casos se observan procesos de aprendizaje derivados de la interacción entre proveedores y clientes que mejoran la performance productiva de la industria manufacturera, construyen nuevas capacidades en la industria de software y de electrónica.

Estas experiencias pueden pensarse como sistemas sectoriales de innovación en desarrollo en los que un conjunto de tecnologías de propósito general requieren ser adaptadas para su implementación definitiva en un contexto productivo específico. Sin industria del software local posiblemente estas tecnologías quedarían restringidas al segmento de grandes empresas con recursos para la implementación de soluciones importadas ampliando la brecha de productividad entre Pymes y grandes empresas y profundizando la heterogeneidad estructural. Al mismo tiempo, disponer de una

estructura industrial significativa (al menos en términos comparativos a la situación de la manufactura en la región), permite a las empresas de software argentinas tener un ambiente de aprendizaje y experimentación para el desarrollo de nuevos productos y servicios que luego puedan ser comercializados en los mercados externos como productos y servicios de alto valor.

En este escenario, por lo tanto, observamos un perfil de especialización para la industria del software que contrasta con la venta de servicios estandarizados de programación, donde las oportunidades de aprendizaje y las posibilidades de apropiación de rentas asociadas de conocimiento se encuentran restringidas y donde los efectos del crecimiento de esta industria de software sobre el entramado productivo local son bajos o nulos.

4 Leyes de promoción del sector SSI argentino

El Régimen de Promoción de Software (Ley N° 25.922), siguiendo algunos de los lineamientos diseñados por el Foro de Competitividad del sector SSI y sus sucesivas actualizaciones, se extendió desde finales del 2003 hasta inicios del 2020. Mediante este régimen se apoyó al crecimiento del sector a partir del otorgamiento de beneficios fiscales a las empresas que acrediten dos de los siguientes tres requisitos: 1) gastos en investigación y desarrollo, 2) procesos de certificación de calidad, y 3) exportaciones de software. A su vez, el régimen garantizaba a las empresas del sector estabilidad fiscal durante su vigencia.

A través de la misma norma también se creó el Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT), integrado por recursos del Presupuesto Nacional y fondos provistos por organismos internacionales u ONGs. El FONSOFT se orientó a financiar proyectos de I+D, capacitación (desarrollo de competencias), procesos de mejora de la calidad y programas de asistencia para la creación de nuevos emprendimientos a través de fondos concursables, bajo la exigencia de que los solicitantes estuvieran radicados en el país e incrementaran el empleo y sus exportaciones.

Dados los resultados positivos obtenidos por este régimen (Barletta et al. 2014; Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas, 2016)⁵ en materia de exportaciones y crecimiento del sector, en 2019 el gobierno consideró conveniente prolongar su vigencia, ampliar su alcance (incluyendo a más actividades “intensivas en conocimiento” que son detalladas en la Tabla 1 al final de este apartado), “modernizarlo” y “simplificarlo”. De este modo, a mediados del 2019 se aprobó casi por consenso el Régimen de Promoción de la Economía del Conocimiento. Este buscaba fomentar actividades económicas que “apliquen el uso del conocimiento y la digitalización de la información apoyado en los avances de la ciencia y de las

⁵ A la hora de considerar el impacto del régimen sobre el desempeño económico del sector SSI, cabe tener en cuenta que para el año 2019 menos del 10% de las empresas del sector estaban adheridas al mismo (alrededor de 500).

tecnologías, a la obtención de bienes, prestación de servicios y/o mejoras de procesos” (Ley 27.506).

El cambio principal incorporado en este segundo régimen es que incluyó a una amplia gama de actividades entre las cuales se encuentran desde los servicios profesionales para exportación (sector liderado por Accenture en Argentina empleando a 9.300 personas) hasta la industria aeroespacial, biotecnológica y nanotecnológica. Con respecto a los beneficios, se incluyó la reducción del monto imponible sobre el cual se aplica la alícuota de las contribuciones patronales (detracción) (ver detalle en Tabla 1). Podría considerarse que esto beneficia más a las pequeñas que a las grandes empresas porque en promedio las primeras pagan salarios más bajos. No obstante, beneficia en general a los que paguen salarios bajos. Con respecto al impuesto a las ganancias no hubo un cambio sustancial en relación a la Ley de Software.

En cuanto a los requisitos, se incorporó la opción de reemplazar aquel relacionado con el gasto de de I+D presente en el primer régimen por la capacitación del personal. Asimismo, se relajaron los porcentajes mínimos de I+D que eran crecientes según tamaño de empresa y año. Otra novedad es que se eximió de estos requisitos a las microempresas por 3 años.

Este nuevo régimen ampliado fue suspendido tras el cambio de gobierno en el 2020 para hacerle algunas modificaciones. El motivo de la propuesta de modificación fue “lograr una ley más progresiva, equitativa, federal y solidaria, que acompañe los propósitos de la Ley de Solidaridad Social y Reactivación Productiva en el marco de la Emergencia Pública” (texto del proyecto de modificación de la Ley).

Respecto a los requisitos, la nueva propuesta los diferencia según el tamaño de cada empresa y grado de madurez de cada actividad productiva (en particular, se acota el acceso de las empresas de servicios profesionales ampliando los requisitos exigidos a las mismas). Cabe aclarar que la diferenciación de los requisitos por tamaño de empresa no implica un incremento de las exigencias para las grandes empresas respecto al régimen anterior, sino una disminución de las mismas para las más pequeñas.

En cuanto a los beneficios, la propuesta limita aquellos previstos para las empresas más grandes, a partir de la modificación del mecanismo para determinar la reducción de contribuciones patronales y el establecimiento de un tope a dicha reducción a partir de una cantidad determinada de empleados.

Asimismo, el proyecto de modificación propone estrategias de promoción adicionales basadas en incentivos que premien y valoren la sustentabilidad ambiental, el Compre Argentino, la sustitución de importaciones, y la generación de nuevos mercados a través de un Fondo Específico que se propone crear para el fomento de las pymes la capacitación y la formación. A su vez, se propone una modificación del cálculo del beneficio relacionado al Impuesto a las Ganancias (detallada en la tabla 1). Finalmente, se propone modificar la estabilidad fiscal que garantizaba el régimen anterior, por la estabilidad en los beneficios a modo de no condicionar al Estado para la imposición de nuevos tributos.

En la Tabla 1 se comparan las actividades promovidas, los beneficios y requisitos del Régimen de SSI, el de la Economía del Conocimiento y del nuevo proyecto.

Tabla 1: comparativa de los regímenes de promoción

	Ley de software (25.922)	Ley de Economía del Conocimiento (27.506)	Proyecto de modificación de la Ley N° 27.506 (19/02/2020)
Vigencia	desde 16/11/2004 hasta 31/12/2014 y luego prorrogada hasta el 31/12/2019	Desde 1/1/2020 hasta 31/12/2029 (suspendida el 15/01/2020)	
Actividad es promovidas	<p>Creación, diseño, desarrollo, producción e implementación y puesta a punto de los sistemas de software desarrollados y su documentación técnica asociada. Incluye software embebido. Se excluye la actividad de autodesarrollo de software.</p> <p>Aquellos que realicen otras actividades además de las promovidas deben llevar su contabilidad de manera tal que permita la determinación y evaluación en forma separada de la actividad promovida del resto de las desarrolladas.</p>	<p>a) Software y servicios informáticos y digitales b) Producción y posproducción audiovisual; c) Biotecnología, bioeconomía, biología, bioquímica, microbiología, bioinformática, biología molecular, neurotecnología e ingeniería genética, geoingeniería y sus ensayos y análisis; d) Servicios geológicos y de prospección y servicios relacionados con la electrónica y las comunicaciones; e) Servicios profesionales, únicamente en la medida en que sean de exportación; f) Nanotecnología y nanociencia; g) Industria aeroespacial y satelital, tecnologías espaciales; h) Fabricación, puesta a punto, mantenimiento e introducción de bienes y servicios orientados a soluciones, procesos digitales y de automatización en la producción (industria 4.0).</p>	<p>Las mismas que la Ley 27506, pero se excluiría a la actividad de autodesarrollo a efectos de ser computada dentro del porcentaje de facturación exigido para constituir una actividad promovida. Asimismo, en el caso de los servicios profesionales, se exigiría la realización de exportaciones por un 70% de su facturación y no podrían ser empresas sin facturación.</p>
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad fiscal: no podrán ver incrementada su carga tributaria total nacional a partir de su inscripción en el registro de beneficiarios. Esto no alcanza a los derechos de importación y exportación (de hecho, en 2018 se establecieron derechos de exportación a los servicios de \$4 por dólar exportado). - Bono de crédito fiscal intransferible de hasta el 70% de las contribuciones patronales para pagar impuestos nacionales (a excepción del impuesto a las Ganancias, a menos que la empresa exporte). Se acredita mensualmente. - Impuesto a las Ganancias: reducción de hasta el 60% sobre el monto a pagar. - Se excluye a los beneficiarios de ser sujetos pasibles de retenciones y percepciones del IVA. - Las importaciones de productos informáticos que realicen los sujetos que adhieran al presente régimen quedan excluidas de cualquier tipo de restricción presente o futura para el giro de divisas que se correspondan al pago de importaciones necesarias para las actividades de producción de software (esto nunca se reglamentó ni se aplicó). 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad fiscal: no podrán ver incrementada su carga tributaria total nacional a partir de su inscripción en el registro de beneficiarios. Se extiende a los impuestos provinciales y municipales en la medida que las Provincias y Municipios adhieran al régimen. -Contribuciones patronales: detracción de \$17.509 mensuales (actualizables según índice de precios) por cada trabajador en relación de dependencia de la base sujeta a contribuciones de seguridad social (esto aplica en forma inmediata siendo que para el resto de las actividades hay un cronograma progresivo para aplicar la detracción hasta 2022). - Bono de crédito fiscal: transferible (se puede utilizar para pagar a terceros o venderse en el mercado financiero) por única vez equivalente a 1,6 veces el monto de las contribuciones patronales que hubieran correspondido pagar. Este debe ser aplicado al pago de anticipos y/o saldos de declaración jurada en concepto de impuesto a las ganancias e IVA. - Impuesto a las ganancias: reducción de la alícuota (de 35%-30% a 15%) condicionado a mantener la nómina de personal. Asimismo, podrá deducirse un crédito por los gravámenes efectivamente pagados o retenidos en el exterior. - Se excluye a los beneficiarios de ser sujetos pasibles de retenciones y percepciones de IVA 	<ul style="list-style-type: none"> - No se garantiza la estabilidad fiscal, sino la estabilidad en los beneficios (el Estado no puede quitar los beneficios, pero puede imponer otros tributos). -Bono fiscal transferible por única vez del 70% de las contribuciones patronales correspondientes a los empleados registrados afectados a la/s actividad/es promovidas con un tope de hasta 3.745 empleados (para los nuevos empleados no se aplica el tope). Este beneficio haciende al 80% en el caso de que cuando se trate de nuevas incorporaciones laborales de: a) personas de género femenino; b) profesionales con estudios de posgrado en materia de ingeniería, ciencias exactas o naturales; c) personas con discapacidad; d) personas residentes de "zonas desfavorables y/o provincias de menor desarrollo relativo"; e) personas que, previo a su contratación, hubieran sido beneficiarias de planes sociales. -Reducción del 60% del monto a pagar del impuesto a las ganancias bajo el régimen general. - Se mantiene la exclusión a ser sujetos pasibles de retenciones y percepciones de IVA.

<p>Requisitos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con 2 de las siguientes 3 condiciones: 1) Hacer I+D (estaba establecido para 2019 un mínimo de 5% de los gastos anuales para las microempresas, del 7% para las PyMEs y del 9% para las grandes), 2) certificar normas de calidad, y 3) exportar (estaba establecido para 2019 un mínimo de 12% para las microempresas, 16% para las PyMEs y 24% para las grandes). -Destinar más del 50% de la facturación, de los empleados y de la masa salarial al desarrollo de software. - Estar constituido como persona jurídica. - Mantener como mínimo la cantidad de personal total informada al momento de la presentación de la solicitud de inscripción. -Si la empresa desarrolla más de una actividad, el beneficio sobre el impuesto a las Ganancias sólo puede aplicarse a la facturación que corresponda al desarrollo de software y/o servicios informáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con 2 de las siguientes 3 condiciones: 1) Certificar normas de calidad; 2) Exportar (un mínimo de 13% de la facturación total en general, 70% para los servicios profesionales en grandes empresas y 45% para micro y pequeñas de servicios profesionales) y 3) acreditar gastos en I+D por un 3% de la facturación total o realizar capacitaciones para un 8% de la masa salarial total. Las microempresas y emprendimientos con menos de 3 años de antigüedad están exentas de este requisito. - Acreditar anualmente el cumplimiento de los requisitos previstos. - Destinar más del 70% de la facturación, de los empleados y de la masa salarial al desarrollo de software. - Estar constituido como persona jurídica. - Mantener como mínimo la cantidad de personal total informada al momento de la presentación de la solicitud de inscripción. 	<p>Igual que en la Ley 27.506 pero cambiando algunos porcentajes según tamaño de las empresas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacitación sería 3% para Microempresas, 5% para Pequeñas y Medianas, y 8% para Grandes. - I+D sería 1% para Microempresas, 2% para Pequeñas y Medianas, y 3% para Grandes. - Exportaciones sería 4% para Microempresas, 10% para Pequeñas y Medianas, y 13% para Grandes. - Para el caso de las empresas de Servicios Profesionales, se requerirían los porcentajes correspondientes a las Grandes independientemente de su tamaño. Asimismo, no podrían optar por el requisito de exportaciones, estando obligadas a cumplir tanto el requisito de gastos en I+D o en capacitación, como el de mejora de la calidad. - Las microempresas con menos de 3 años de antigüedad y/o sin facturación (con la excepción de las de servicios profesionales) solo deberían acreditar que desarrollan en el país, por cuenta propia, alguna de las actividades promovidas. - Acreditar cada 2 años el cumplimiento de los requisitos previstos demostrando un incremento de los porcentajes mayor al 0,5% en el caso de I+D, del 1% en capacitación y del 1,5% en exportaciones. - Se crearía un "Consejo Consultivo" para evaluar (de forma no vinculante) el cumplimiento de los requisitos para el caso de las empresas de servicios profesionales y para la acreditación de los incrementos bianuales para todas las actividades.
--------------------------	---	--	---

Fuente: elaboración propia.

El tipo de especialización al interior del sector SSI no es indiferente en términos de desarrollo económico. A partir del primer régimen de promoción del sector se logró consolidar su crecimiento cuantitativo. La misión del Plan Estratégico diseñado en 2004 para el desarrollo del sector era **“Construir a la Argentina, hacia comienzos de la próxima década, en un actor relevante, como país no central, del mercado mundial de software y servicios informáticos”** (Foro de Competitividad de Software y Servicios Informáticos, 2004. pp. 7. énfasis en el original).

No hay dudas de que este régimen fue exitoso en la consolidación de un sector SSI argentino capaz de generar divisas por exportaciones y empleo con salarios más altos que en el promedio de las actividades locales. No obstante, el tipo de requisitos exigidos para acceder a los beneficios del régimen no estimuló suficientemente el desarrollo de la productividad del entramado productivo nacional, que era un aspecto considerado en el Plan Estratégico y el Plan de Acción derivados de las actividades del Foro de Competitividad. Se construyó un sector SSI principalmente dedicado a actividades subcontratadas por empresas del exterior que requieren habilidades ampliamente difundidas y estandarizadas a nivel global, lo cual implica una inserción periférica en las cadenas globales de producción de software con bajas capacidades para la apropiación de rentas tecnológicas por parte de las empresas locales. Se trata de un patrón de especialización que basa su competitividad internacional en los bajos costos salariales relativos disponibles en Argentina con escasos derrames tecnológicos hacia el entramado productivo local.

Una vez consolidado el crecimiento cuantitativo del sector SSI, llegó el momento de discutir su desarrollo cualitativo. Esto parecía buscar el régimen de Economía del Conocimiento. Entre sus fundamentos se señaló que las actividades promovidas contribuirían “al crecimiento de la productividad, la internacionalización empresarial, el desarrollo de una mayor eficiencia, innovación y calidad en la producción de bienes y servicios, impactando directamente en el bienestar social” (Ley 27.506). Asimismo, se destacó que “lo más valioso de la economía del conocimiento es el impacto transversal que tiene en toda la economía (...) su desarrollo aumenta la productividad y crea empleos de calidad en todos los sectores” (Ministerio de Trabajo y Producción, 2019). No obstante, las novedades concretas del segundo régimen no parecían apuntar a tal transformación del sector, lo que se dejaba ver en medidas orientadas a la exportación de servicios de bajo valor, más que a una efectiva integración entre el sector de software y otras actividades productivas nacionales.

Tanto en el primer régimen como en el segundo se otorgaban incentivos fiscales condicionados principalmente a la realización de esfuerzos y obtención de resultados en materia de empleabilidad internacional de las empresas del sector (es decir, ser atractivas para la subcontratación). Tener certificaciones de calidad, capacitar a los trabajadores (en el caso del segundo régimen) y exportar son algunos de los requisitos. Ninguno de ellos vinculado a ofrecer soluciones informáticas al entramado productivo local. De hecho, al único requisito presente en el primer régimen que podía llegar a impulsar un salto cualitativo del sector (gasto en I+D) se le redujo su exigencia permitiendo su reemplazo por la capacitación del personal. Este esquema, desincentiva a que el sector SSI cumpla el rol transversal de las maquinarias y herramientas del siglo pasado (Rosenberg, 1963; Torrisi, 1998), es decir, no incorpora incentivos que induzcan a las empresas de SSI a asignar sus recursos para el desarrollo de productos de software que potencien la productividad de la industria argentina. Los riesgos de desarrollar tales “activos complementarios especializados” (Teece, 1986; 2006) siguen siendo mayores que los derivados de producir los servicios estandarizados que demanda la cadena global de subcontratación de software, mientras que la retribución en el mercado nacional es menor a la que puede ofrecer tal cadena.

El segundo régimen fue principalmente criticado por otorgar beneficios fiscales indistintamente a pymes y a grandes empresas como Accenture, MercadoLibre, Globant, Despegar, lo cual desencadenó su suspensión y el surgimiento de propuestas de modificación. De este modo, se juzgó a una política que pretendía ser

tecnológica/industrial por sus efectos distributivos. No obstante, es escasa la discusión sobre la trayectoria de especialización del sector SSI que promueve la ley. Esto dio lugar a una propuesta de modificación del régimen de promoción que atiende al problema distributivo (no otorgar excesivos beneficios fiscales a empresas grandes), pero continúa sin mostrar una intención decidida de transformar la especialización vertical del sector. En este sentido, sigue siendo una desgravación horizontal con el objeto de aumentar la participación en las CGV de servicios otorgando beneficios fiscales a las empresas y salarios en dólares relativamente bajos para esas actividades a nivel global. En otras palabras, se trata de una “guerra de incentivos” con otros Estados periféricos, que busca generar subcontrataciones desde empresas globales, además del canal habitual de atracción de Inversión Extranjera Directa.

Las industrias verdaderamente intensivas en conocimientos se caracterizan por su competitividad derivada de la diferenciación de productos, y no por sus menores costos de producción. Otorgar beneficios fiscales a estas empresas al tiempo que se relaja el requisito de I+D puede verse como un síntoma de que los principales beneficiarios de esta ley en realidad compiten por costos. El hecho de que la principal ventaja de localización explotada por las empresas del sector sea la disponibilidad de trabajadores informáticos con salarios competitivos **torna vulnerable a la estrategia de desarrollo de largo plazo**, en la medida en que los conocimientos requeridos para llevar a cabo esas tareas se encuentran ampliamente difundidos y estandarizados a nivel global. Al mismo tiempo un nuevo desafío que se vislumbra es el impuesto por la emergente economía de las plataformas, que crecientemente permitirá prescindir de las empresas locales en la tarea de contratar y coordinan a los trabajadores argentinos (aumenta la contratación *freelance* directamente por empresas del exterior).

Estos aspectos, entre otros, invitan a repensar el diseño de la política pública considerando, además de las demandas del mercado, las condiciones de reproducción de las ventajas de localización que convocan a las empresas al territorio y los objetivos estratégicos para el desarrollo local y nacional de largo plazo.

5 Conclusiones/Reflexiones/Recomendaciones

En este artículo hemos analizado la trayectoria reciente y el perfil de especialización del sector de software y servicios informáticos argentino a partir de un marco que involucra una perspectiva histórica e institucional.

En primer lugar, estilizamos una evolución global del sector haciendo foco en los aspectos asociados a la evolución de la ingeniería de software, a partir de una discusión sobre la codificación del conocimiento, y su impacto sobre el desarrollo posterior de las cadenas globales de valor del sector. Esto nos dio la pista para comprender que en el nuevo escenario global algunas especializaciones basadas en exportación de servicios a medida, comandados desde empresas centrales, deja escaso margen de maniobra para que las empresas locales puedan apropiarse rentas tecnológicas derivadas de sus propios desarrollos. Esto es el puntapié para plantear que la especialización entre diferentes tipos de actividad al interior del sector no es indiferente a las posibilidades de desarrollo ulterior. Del mismo modo, los diferentes perfiles de especialización tiene una marcada incidencia sobre el anclaje territorial del sector en términos de vinculaciones con otros sectores productivos.

En segundo lugar, presentamos una breve historia del sector en Argentina, para concluir en su caracterización actual. Ahí mostramos que la construcción de capacidades se dio en el marco de una trayectoria con idas y vueltas, pero en la que sus avances más sustantivos se lograron cuando se concibió una orientación del sector que contempló el desarrollo tecnológico autónomo, mientras que las competencias relativas a la provisión de servicios de bajo valor se dio en el contexto de las privatizaciones de empresas de

servicios públicos. Esto último dio lugar a una acumulación de capacidades específicas para la venta de servicios de software a las multinacionales adquirentes, que luego se complementaron con la devaluación del peso argentino que permitió replicar el modelo de venta de servicios a empresas radicadas en el resto del mundo.

En tercer, lugar, mostramos que las experiencias de Tandil y el grupo de empresas de Santa Fe orientadas a la provisión de servicios al mercado interno, resultan trayectorias de modelos de especialización alternativos, y que muestran cómo se ponen en juego diferentes capacidades en cada caso así como articulación con el entramado local.

Por último en el análisis del régimen de promoción del sector, hemos argumentado que las políticas de promoción del sector aplicadas en los últimos 15 años han sido efectivas para configurar una especialización en desarrollos a medida para la exportación. La expansión del empleo y exportaciones demuestran esta efectividad. Al mismo tiempo, vemos que la orientación de las políticas en una segunda etapa, con la ley de industrias intensivas en conocimiento, lejos de buscar una transformación cualitativa del sector, se orienta a profundizar el perfil alcanzado.

Si bien nos resulta ampliamente justificable fortalecer el perfil exportador del sector como objetivo de política, también consideramos que es un objetivo cumplido en la fase previa y que en una nueva etapa deberían abordarse al menos tres cuestiones clave que permitirían dar un cambio cualitativo a la orientación productiva del sector.

En primer lugar, desarrollar el sector hacia ramas de mayor sofisticación, con mayores capacidades que mejoren la posición competitiva. Se requiere avanzar en elaboración de productos que permitan la apropiación de rentas tecnológicas y alienten a la innovación. Entendemos que este tipo de actividades requieren de la acción de la política pública mucho más que para la inserción externa, para la que se han construido competencias en los últimos 15 años.

En segundo lugar, articular mejor el desarrollo del sector con las demandas internas de actualización tecnológica, de modo de mejorar el sistema de aprendizaje proveedor cliente en industrias clave, que permitan desarrollar las competencias en activos específicos para las empresas locales y que les permitan el desarrollo de productos de calidad exportable. Tal demanda se encuentra invisibilizada, ya sea por falta de solvencia de las empresas locales que deben poder pagar al menos los precios por hora que ofrecen las grandes empresas internacionales que subcontratan a las empresas locales de SSI, o por la preferencia de soluciones SSI importadas dados los estándares ya instalados. Por ello, resulta de especial interés orientar y apoyar la demanda de empresas argentinas del sector primario, secundario y terciario con bajas competencias tecnológicas y organizacionales (especialmente Pymes) de modo que se vean favorecidas por la incorporación de tecnología y que ésta contribuya a incrementar su productividad al tiempo que se fortalece el mercado doméstico del sector.

Por último, el tercer factor refiere al desarrollo de grandes proyectos públicos estructurantes, que se orienten al fortalecimiento de trayectorias tecnológicas de alto potencial de crecimiento pero de vacancia en la demanda doméstica e internacional, y contribuyan en simultáneo a dar solución a problemáticas sociales.

El desarrollo de un sector SSI que cumpla el rol transversal sobre la productividad del entramado industrial argentino requiere tanto apoyo a la oferta, a modo de modificar los incentivos a la especialización en servicios estandarizados de software al exterior (porque los recursos humanos escasean), como a la demanda.

En este contexto, a continuación planteamos algunas líneas de acción específicas que podrían ayudar a reorientar el perfil productivo y comercial del sector SSI complementando las propuestas del proyecto de

modificación de la Ley de Economía del Conocimiento para lograr la transversalidad mencionada entre sus fundamentos.

Con respecto a la oferta, se propone:

- 1) Incorporar entre los requisitos para acceder a los beneficios del Régimen de Economía del Conocimiento la acreditación de ventas al entramado productivo nacional que permitan el incremento de la productividad de otras empresas radicadas en el territorio.
- 2) Establecer incrementos consistentes y sustantivos en los requisitos para el acceso a los beneficios fiscales del nuevo régimen de promoción del sector considerando tanto en aspectos cuantitativos (como fueron incluidos en la nueva propuesta de ley) como cualitativos (por ejemplo, capacitación, certificaciones de calidad, gastos en I+D, propiedad intelectual, exportaciones, empleo de recursos humanos altamente calificados)⁶.
- 3) Fomentar la formación de analistas funcionales que permitan el diálogo entre las empresas del entramado productivo nacional y las empresas del sector SSI, replicando las experiencias del Programa De Formación De Gerentes Y Vinculadores Tecnológicos (GTec) (Loray, 2016).
- 4) Crear una plataforma pública para apoyar al desarrollo de productos y gestión de la propiedad intelectual en mercados internacionales, siguiendo el modelo de negocios de Anaqua, FlexTrac, CPA Global, entre otras.
- 5) Crear una empresa nacional de tecnologías de la información que, aliada a ARSAT, contribuya a la obtención de un mayor grado de soberanía tecnológica, permite definir trayectorias tecnológicas estratégicas (proyectos estructurantes), consolide estándares para el software contratado por los organismos del Estado (asegurando su interoperabilidad, confiabilidad, seguridad y calidad) y sea capaz de brindar servicios de alto valor a otros países de la región (Baum, 2011).
- 6) Apoyar a la organización gremial de los trabajadores informáticos, para mejorar las condiciones y estabilidad laboral del sector. Esto permitiría una menor rotación de trabajadores y, por lo tanto, una mayor acumulación de capacidades al interior de las empresas de SSI (Kleinknecht, 1998, 2014).

En cuanto a la demanda, se propone:

- 1) Financiar la compra de software por parte de las empresas radicadas en el país en apoyo al desarrollo de una industria nacional 4.0.
- 2) Incrementar la contratación pública para problemas estratégicos todavía no resueltos en materia de salud, seguridad, justicia, telecomunicaciones, transporte, administración pública en general, entre otros.

Asimismo, se proponen las siguientes políticas para fortalecer la vinculación entre oferta y demanda de SSI:

- 1) Avanzar con la infraestructura para la conectividad, comenzando mínimamente con los territorios que cuentan con universidades o institutos de formación de capacidades específicas para el sector SSI.
- 2) Crear instrumentos de política que fomenten la vinculación entre las empresas del sector SSI y las empresas usuarias, a modo de complemento de aquellos instrumentos que apoyan los proyectos de vinculación entre empresas e institutos públicos de investigación (como el Fondo Argentino Sectorial - FONARSEC).

⁶ Un ejemplo en el uso de requisitos incrementales en la políticas de promoción sectorial es el de la industria solar fotovoltaica china que alcanzó el catch up partiendo de un gran atraso respecto a la frontera tecnológica (Martínez Buitrago, 2019).

Referencias bibliográficas

- Aguirre, J. (2003). La ESLAI: advenimiento, muerte prematura y proyección. *Newsletter Sadio*.
- Akbar, M. A., Alsanad, A., Mahmood, S., Alsanad, A. A., & Gumaei, A. (2020). A Systematic Study to Improve the Requirements Engineering Process in the Domain of Global Software Development. *IEEE Access*, 8, 53374-53393. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2979468>
- Azpiazu, D., Basualdo, E., & Nochteff, H. (1990). *Política industrial y desarrollo reciente de la informática en la Argentina*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/9121>
- Barletta, F., Pereira, M., & Yoguel, G. (2014). *Impacto de la política de apoyo a la industria de software y servicios informáticos* (Documentos de trabajo N.º 4). CIECTI.
- Barletta, F., Suárez, D., & Yoguel, G. (2017). Diálogo para la política CTI en el sector de software en Argentina. Orígenes, evolución y desafíos del FONSFOT como herramienta de promoción sectorial. En G. Dutrénit & J. M. Natera (Eds.), *Procesos de diálogo para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España*. CLACSO.
- Baum, G. (s. f.). *Empresa argentina de tecnologías de la información o empresa argentina para la sociedad del conocimiento*. Mimeo.
- Bergvall-Kåreborn, B., & Howcroft, D. (2014). Amazon Mechanical Turk and the commodification of labour. *New Technology, Work and Employment*, 29(3), 213-223. <https://doi.org/10.1111/ntwe.12038>
- Berti, N. T. (2017). *Negotiations and conflicts in transnational value networks: The case of software and information technology services in Argentina, a semi-peripheral economy* [Tesis Doctoral, Universität Jena]. <https://www.econbiz.de/Record/negotiations-conflicts-transnational-value-networks-case-software-information-technology-services-argentina-semi-peripheral-economy-berti/10011595995>
- Brixner, C., Isaak, P., Mochi, S., Ozono, M., & Yoguel, G. (2019). *Industria 4.0: ¿intensificación del paradigma TIC o nuevo paradigma tecnoorganizacional?* (Documentos de trabajo N.º 17; p. 76). CIECTI.
- Chaminade, C., & Vang, J. (2008). Globalisation of knowledge production and regional innovation policy: Supporting specialized hubs in the Bangalore software industry. *Research Policy*, 37(10), 1684-1696. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.08.014>
- Conchúir, E. Ó., Ågerfalk, P. J., Olsson, H. H., & Fitzgerald, B. (2009). Global software development: Where are the benefits? *Communications of the ACM*, 52(8), 127-131. <https://doi.org/10.1145/1536616.1536648>
- Coriat, B. (1998). *El taller y el cronómetro: Ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*. Siglo XXI.
- Curtis, B., Krasner, H., & Iscoe, N. (1988). A field study of the software design process for large systems. *Communications of the ACM*, 31(11), 1268-1287. <https://doi.org/10.1145/50087.50089>
- Erbes, A., Gutman, G., Lavarello, P., & Robert, V. (2019). *Industria 4.0: Oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe* (LC/TS.2019/80); Documentos de Proyectos). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44954>

- Erbes, A., Robert, V., & Yoguel, G. (2006). El sendero evolutivo y potencialidades del sector de software en Argentina. En J. Borello, V. Robert, & G. Yoguel (Eds.), *La informática en Argentina. Desafíos a la especialización y a la competitividad*. Prometeo - Universidad Nacional de General Sarmiento. http://funcex.org.br/material/redemercosul_bibliografia/biblioteca/ESTUDOS_ARGENTINA/ARG_22.pdf
- Fernández-Arias, E., Sabel, C., Stein, E. H., & Trejos, A. (2016). *Two to tango: Public-private collaboration for productive development policies*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0000337>
- Foro de Competitividad de Software y Servicios Informáticos. (2004). *Libro Azul y Blanco. Plan Estratégico de Software y Servicios Informáticos (2004-2014)*. Ministerio de Economía y Producción.
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78-104. Economía/Comercio Internacional/CGV. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>
- Girolimo, U. (2018). La construcción de sinergias para fortalecer los procesos locales de innovación. Tandil: ¿un caso de éxito? En S. Finkelievich (Ed.), *TIC e Innovación Productiva*. Teseo. <https://www.teseopress.com/ticeinnovacion/>
- Gutman, V., López, A., & Ubfal, D. (2006). *Un nuevo enfoque para el diseño de políticas públicas: Los foros de competitividad* (Documento de trabajo N.º 28). CENIT.
- Humphrey, J., & Schmitz, H. (2002). How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies*, 36(9), 1017-1027. Economía/Comercio Internacional/CGV. <https://doi.org/10.1080/0034340022000022198>
- Khmelevsky, Y., Li, X., & Madnick, S. (2017). Software development using agile and scrum in distributed teams. *2017 Annual IEEE International Systems Conference (SysCon)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/SYSCON.2017.7934766>
- Kleinknecht, A. (1998). Is labour market flexibility harmful to innovation? *Cambridge Journal of Economics*, 22(3), 387-396. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a013723>
- Kleinknecht, A., Schaik, V., N, F., & Zhou, H. (2014). Is flexible labour good for innovation? Evidence from firm-level data. *Cambridge Journal of Economics*, 38(5), 1207-1219. <https://doi.org/10.1093/cje/bet077>
- Leal, L. G. R., & Carnota, R. (2015). *Historias de las TIC en América Latina y el Caribe: Inicios, desarrollos y rupturas*. Fundación Telefónica.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>
- Loray, R. P. (2016). *La política científica, tecnológica e innovación de Argentina: Una lectura a partir de la implementación del Fondo Argentino Sectorial en 2009*. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/207>
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Martinez Buitrago, J. A. (2019). *Estrategias de catching-up en la industria solar fotovoltaica: Perspectivas para el caso brasileiro* [Tesis Doctoral, Universidade Estadual de Campinas]. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/335336>
- Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. (2016). *Informes de cadenas de valor. Software y servicios informáticos* (N.º 12).
- Moncaut, N. C. (2019). *Objetivos públicos y privados en el desarrollo económico territorial: El caso del clúster de software de Tandil* [Tesis de Maestría en Desarrollo Económico, Universidad Nacional de San Martín]. <http://ri.unsam.edu.ar/xmlui/handle/123456789/974>

- Moncaut, N., Robert, V., & Yoguel, G. (2017). Modalidades de inserción en cadenas globales de valor. Tres casos de estudio en Pymes argentinas del sector de software y servicios informáticos. *Pymes, Innovación y Desarrollo*, 5(3), 3-22.
- Municipalidad de Tandil, & CEPIT. (2015). *Plan estratégico del software y servicios informáticos de tandil (PESSIT) 2015-2023. Lineamientos estratégicos base para el desarrollo competitivo del sector del software y servicios informáticos del Municipio de Tandil*.
- Noll, J., Beecham, S., & Richardson, I. (2011). Global software development and collaboration: Barriers and solutions. *ACM Inroads*, 1(3), 66–78. <https://doi.org/10.1145/1835428.1835445>
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press.
- OPSSI. (2006). *Situación actual y desafíos futuros de las PyME de software y servicios informáticos* (N.º 2005-2006). Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI).
- OPSSI. (2017). *Reporte anual sobre el sector de software y servicios informáticos de la República Argentina* (N.º 2016). Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI).
- OPSSI. (2018). *Reporte anual sobre el sector de software y servicios informáticos de la República Argentina* (N.º 2017). Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI).
- OPSSI. (2019). *Reporte anual sobre el sector de software y servicios informáticos de la República Argentina* (N.º 2018). Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI).
- Osterweil, L. (1986). A process-object centered view of software environment architecture. En R. Conradi, T. M. Didriksen, & D. H. Wanvik (Eds.), *Advanced Programming Environments* (pp. 156-174). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-17189-4_96
- Parthasarathy, B., & Aoyama, Y. (2006). From Software Services to R&D Services: Local Entrepreneurship in the Software Industry in Bangalore, India. *Environment and Planning A*, 38(7), 1269-1285. <https://doi.org/10.1068/a38102>
- Robert, V., & Moncaut, N. (2018). Software y Servicios Informáticos en la ciudad de Tandil. El rol central de la universidad en las etapas iniciales de un CAT. En G. Gutman, S. Gorenstein, & V. Robert (Eds.), *Territorios y nuevas tecnologías. Desafíos y oportunidades en Argentina* (pp. 141-162). CEUR-CONICET. http://www.ceur-conicet.gov.ar/archivos/publicaciones/Libro_def- Territorios_y_nuevas_tecnologias.pdf
- Rosenberg, N. (1963). Technological change in the machine tool industry, 1840–1910. *The Journal of Economic History*, 23(04), 414–443. <https://doi.org/10.1017/S0022050700109155>
- Schroeder, W. (2016). *Germany's Industry 4.0 strategy. Rhine capitalism in the age of digitalisation*.
- Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: A Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 40-45. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.005>
- Tassey, G. (2014). Competing in Advanced Manufacturing: The Need for Improved Growth Models and Policies. *Journal of Economic Perspectives*, 28(1), 27-48. <https://doi.org/10.1257/jep.28.1.27>
- Taylor, F. W. (1911). *The principles of scientific management*. Harper.
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), 285-305. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(86\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2)
- Teece, D. J. (2006). Reflections on “Profiting from Innovation”. *Research Policy*, 35(8), 1131-1146. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.009>
- Torrise, S. (1998). *Industrial Organisation and Innovation: An International Study of the Software Industry*. Edward Elgar Publishing.