



Organización
Internacional
del Trabajo

100
1919-2019

CAMBIO, TECNOLÓGICO Y FUTURO DEL TRABAJO

COMPETENCIAS LABORALES Y HABILIDADES
COLECTIVAS PARA UNA NUEVA MATRIZ
PRODUCTIVA EN ARGENTINA

TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN

COMPETENCIAS
Y HABILIDADES

FUTURO
DEL TRABAJO

FORMACIÓN
PROFESIONAL

CAMBIO, TECNOLÓGICO Y FUTURO DEL TRABAJO

COMPETENCIAS LABORALES Y HABILIDADES
COLECTIVAS PARA UNA NUEVA MATRIZ
PRODUCTIVA EN ARGENTINA

Las publicaciones de la Oficina Internacional del Trabajo gozan de la protección de los derechos de propiedad intelectual en virtud del protocolo 2 anexo a la Convención Universal sobre Derecho de Autor. No obstante, ciertos extractos breves de estas publicaciones pueden reproducirse sin autorización, con la condición de que se mencione la fuente. Para obtener los derechos de reproducción o de traducción, deben formularse las correspondientes solicitudes a Publicaciones de la OIT (Derechos de autor y licencias), Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211 Ginebra 22, Suiza, o por correo electrónico a rights@ilo.org, solicitudes que serán bien acogidas.

Las bibliotecas, instituciones y otros usuarios registrados ante una organización de derechos de reproducción pueden hacer copias de acuerdo con las licencias que se les hayan expedido con ese fin. En www.ifrro.org puede encontrar la organización de derechos de reproducción de su país.

Cambio tecnológico y futuro del trabajo. Competencias laborales y habilidades colectivas para una nueva matriz productiva en Argentina. Buenos Aires, Oficina de País de la OIT para la Argentina, 2019. Edición en español.

ISBN: 9789220316405 (impreso)

9789220316399 (pdf web)

Las denominaciones empleadas, en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos en las publicaciones de la OIT no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmados incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las avale.

Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la Oficina Internacional del Trabajo, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Para más información sobre las publicaciones y los productos digitales de la OIT, visite nuestro sitio web: ilo.org/publns

Para más información sobre esta publicación, contáctese con la Oficina de País de la OIT para la Argentina, Av. Córdoba 950, piso 13, Buenos Aires, Argentina. Visite nuestro sitio web www.ilo.org/buenosaires o escríbanos a biblioteca_bue@ilo.org

ADVERTENCIA

El uso de un lenguaje que no discrimine ni señale diferencias entre varones, mujeres y otras identidades de género es una de las preocupaciones de la OIT. Sin embargo, aún no hay acuerdo entre los lingüistas y especialistas en el tema sobre la manera de hacerlo en español. Para evitar la sobrecarga gráfica que implica utilizar la fórmula o/a con el propósito de destacar la existencia de dos sexos, optamos por emplear el masculino genérico clásico, pero aclaramos que su uso siempre incluye a la diversidad de identidades de género.

Edición: Cecilia Pozzo

Diseño y diagramación: Ingrid Recchia

Impreso en Argentina



CAMBIO TECNOLÓGICO Y FUTURO DEL TRABAJO

COMPETENCIAS LABORALES Y HABILIDADES
COLECTIVAS PARA UNA NUEVA MATRIZ
PRODUCTIVA EN ARGENTINA

CHRISTOPH ERNST
VERÓNICA ROBERT

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	9
INTRODUCCIÓN	21
CAPÍTULO 1. CAMBIOS TECNOLÓGICOS Y LABORALES: SUS IMPLICANCIAS PARA ARGENTINA	27
CAPÍTULO 2. PARENTESCO DE HABILIDADES Y NUEVOS SECTORES ECONÓMICOS. UN ANÁLISIS EXPLORATORIO PARA ARGENTINA	63
CAPÍTULO 3. CAMBIOS TECNOLÓGICOS, INNOVACIÓN Y COMPETENCIAS OCUPACIONALES EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO	109
CAPÍTULO 4. MARCO Y DINÁMICA INSTITUCIONAL PARA EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES COLECTIVAS	151
CONCLUSIONES	191

RESUMEN EJECUTIVO

El libro *Cambio tecnológico y futuro del trabajo. Competencias laborales y habilidades colectivas para una nueva matriz productiva en Argentina* recopila una serie de trabajos de investigación coordinados por la Oficina de País de la OIT para la Argentina. Este libro se origina en los debates surgidos durante los últimos años en torno al futuro del trabajo, derivado de las fuertes transformaciones tecnológicas ocurridas, pero también de los cambios en materia productiva, organizacional e institucional, junto con sus impactos sociales.

Los principales disparadores de estos debates pueden hallarse en dos fenómenos que muestran un fuerte protagonismo en los últimos años y que amenazan con transformar cualitativamente el mundo del trabajo. En primer lugar, la *robotización*, que podría desplazar tanto a los trabajadores de la industria manufacturera como del sector de los servicios, con cierta independencia de las tareas que desempeñen y de sus niveles de calificación. En segundo lugar, la *emergencia de la economía de las plataformas*, que reconfigura el empleo a partir del surgimiento de nuevas modalidades de trabajo y de contrataciones.

En los capítulos 1 a 4 del presente libro, se reseñan los debates y reflexiones que capturan la atención de académicos y de *policy makers* en todo el mundo. La importancia de estas secciones se encuentra principalmente en el aporte que realizan al estudio de la problemática específica de Argentina, pues esta ofrece un escenario particular al tratarse de un país en desarrollo, en el que existe, por un lado, una historia importante de industrialización e incorporación de tecnología y, por otro lado, destacados niveles de participación y organización de los trabajadores. En este contexto, el objetivo de las diferentes secciones es analizar los desafíos y oportunidades que imponen las actuales transiciones tecnológicas, para que Argentina pueda ingresar en un sendero de cambio estructural y de desarrollo económico.

En síntesis, a lo largo de los capítulos del libro se identifican los siguientes rasgos como condiciones de partida para dar el debate en el caso de Argentina:

- Argentina es un país de industrialización moderada;
- un importante número de sectores y de empleos que forman la matriz productiva están asociados con paradigmas tecnológicos que se encuentran en retroceso;
- el país cuenta con un sistema científico-tecnológico importante y con desarrollos incipientes en sectores intensivos en conocimiento (como los de la biotecnología y el *software*, entre otros);
- existe un sistema de capacitación y formación de competencias laborales con potencial para dar respuesta a las demandas impuestas por las transformaciones tecnológicas.

Luego de consolidar el diagnóstico, los contenidos del libro se articulan en torno a las siguientes preguntas que guían la investigación:

- ¿permitirán la estructura productiva de la Argentina y el perfil de calificaciones y competencias laborales asociado establecer una diversificación productiva hacia los sectores intensivos en conocimiento?;
- ¿generarán desempleo tecnológico las demandas de los nuevos perfiles profesionales por parte de las empresas industriales?;
- ¿están preparadas las instituciones orientadas a la formación laboral para brindar respuesta a las demandas del futuro del trabajo?;
- ¿qué desafíos abren a la normativa laboral las nuevas modalidades de contratación en el contexto de la emergente economía de las plataformas?;
- ¿cuáles son los modelos virtuosos de construcción de competencias y habilidades colectivas para conducir hacia el cambio estructural y el desarrollo económico?

El libro adopta como marco conceptual el enfoque de la construcción de competencias (*capacity building*) y habilidades colectivas, que se ocupa de subrayar los aspectos multidimensionales de los procesos de aprendizaje que convergen entre los sistemas formales de capacitación, los procesos informales de formación en el trabajo y los aprendizajes interactivos entre empresas e instituciones, siempre en el marco de los sistemas de innovación (ya sean de carácter local, regional o nacional).

Desde una perspectiva metodológica, a lo largo de sus capítulos el libro recurre a distintos tipos de fuentes de información; entre ellas, a estadísticas de empleo y producción, a información cualitativa sobre las instituciones de formación y a estudios de caso acerca de ciertas experiencias exitosas de desarrollo productivo local, que se centran en el cambio de la matriz productiva. En esta línea, el documento ofrece un conjunto de evidencias empíricas sobre estos procesos, específicamente para el caso argentino. Todos estos datos se complementan fuertemente para generar la reflexión sobre la problemática del futuro del trabajo frente a las transformaciones tecnológicas y los cambios de la matriz productiva e institucional.

El **Capítulo 1** ofrece una descripción de las modificaciones ocurridas en el área productiva junto con las posibles implicancias laborales derivadas de los cambios tecnológicos. En primer lugar, se presentan las principales tecnologías que hoy la literatura identifica como disruptivas y con fuerte impacto sobre el mundo del trabajo. En segundo lugar, se discuten los debates teóricos y conceptuales acerca de la relación entre tecnología y empleo, que se han originado a partir del proceso actual de cambio tecnológico. En tercer lugar, se abordan las formas atípicas de trabajo y las nuevas dinámicas de contratación que surgen a partir de la irrupción de las tecnologías. Luego, en cuarto lugar, se comentan los desafíos que se les presentan a las organizaciones gremiales, de los trabajadores y también a las empresas frente al cambio de las relaciones laborales. En quinto lugar, se presenta, sobre la base de la literatura disponible, un análisis particular acerca de los empleos que podrían encontrarse en riesgo. En sexto y último lugar, se aborda el caso argentino, a partir de un estudio empírico centrado en la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI, 2015) de Argentina.

Durante el análisis descriptivo acerca de cuáles son los rasgos más sobresalientes a partir de la implementación del cambio tecnológico, se verifica la idea evolucionista

de que actualmente se atraviesa una revolución tecnológica sin precedentes, que obliga a pensar estrategias desde las instituciones, que permitan dar acompañamiento a los cambios. En este sentido, el primer capítulo revisa las principales lecciones obtenidas de los estudios empíricos realizados sobre los efectos del cambio tecnológico y el empleo. Tomando en cuenta los trabajos de Apella y Zunino (2017) y el informe del Banco Mundial (2016), los autores del capítulo concluyen que la estructura ocupacional argentina tiende a la polarización o segmentación, como producto de la evolución tecnológica ocurrida en la estructura productiva. Entre otras cuestiones, se corrobora que Argentina es uno de los países con mayor riesgo de pérdidas de puestos de trabajo a causa de la automatización.

En este capítulo se analiza la relación entre el cambio tecnológico y el empleo en el conjunto de empresas que hicieron actividades de innovación y fueron encuestadas por la ENDEI (2015). Así se comprueba que las empresas que realizan actividades de I+D obtuvieron una muy buena *performance* en términos de creación de empleo. Por otra parte, se aprecia que tales empresas explican el 80% del empleo total de las firmas que formaron parte de la muestra. Por lo tanto, los datos demuestran que tener un perfil innovador activo se correlaciona positivamente tanto con mayores niveles de empleo como con un mayor ritmo en la creación de puestos de trabajo.

Sobre la base de la misma información empírica, también se constata que las empresas innovadoras requieren mayores niveles de calificación en sus trabajadores. Sin embargo, el peso relativo de los puestos de menor calificación, como aquellos ocupados por tareas operativas, aún continúa explicando la mayor parte de la estructura del empleo. Los datos analizados también demuestran que las ramas asociadas con las ingenierías y el complejo automotriz son las que generaron el mayor flujo de nuevas ocupaciones. Sin embargo, todavía queda pendiente conocer la dinámica en períodos más prolongados de tiempo, lo que permitirá indagar los cambios en diferentes contextos macroeconómicos.

El capítulo concluye confirmando que la relación entre el cambio ocupacional y el empleo es ciertamente compleja. Esta apreciación se realiza incluso observando que los datos estudiados para el caso argentino durante el período 2010-2012 permiten identificar que no necesariamente el cambio tecnológico es negativo para el empleo y que, en todo caso, resultaría auspicioso indagar en profundidad cómo se reparten las pérdidas y las ganancias de los empleos y ocupaciones.

En síntesis, el capítulo 1 manifiesta que el nuevo paradigma tecnológico impone una nueva modalidad de funcionamiento del mercado de trabajo. Sin duda, estos cambios en el mercado de trabajo exigen transformaciones de las normas laborales, que permitan prevenir o evitar una precarización en las nuevas modalidades de trabajo y en sus formas de contratación.

El **Capítulo 2** del libro aporta elementos para poder caracterizar las habilidades colectivas existentes en el mercado de trabajo de Argentina. También explora el potencial diversificador que tienen los nuevos sectores económicos que emergen a partir de los cambios tecnológicos en curso y, por último, analiza cómo se modifican los procesos productivos dentro de esos sectores.

Este capítulo estudia si la base existente de conocimientos y competencias ocupacionales de Argentina ofrece las habilidades necesarias para diversificar y desarrollar nuevas tecnologías y nuevos productos, en principio más complejos y tecnológicamente sofisticados, que conllevan el potencial de crear una nueva base productiva nacional, más próspera y competitiva internacionalmente. Para realizar este estudio, se utiliza un indicador de “parentesco de habilidades” que asume que la movilidad de los trabajadores entre diferentes

ramas de actividad se explica a partir de la existencia de similitudes o “parentescos” entre los procesos productivos y entre las habilidades laborales requeridas en cada caso. De este modo, puede considerarse que dos sectores cualesquiera se vinculan entre sí a través de las características del recurso que utilizan en común, el cual en este caso es la mano de obra. Luego se infiere que, a mayor grado de similitud, más relacionados o próximos estarán esos sectores, en tanto, a menor grado de similitud, mayor será la distancia que los diferencie.

Con el objetivo de estudiar el potencial diversificador de la estructura productiva argentina, en el segundo capítulo se analizaron los flujos de empleo entre 417 ramas de actividad de industria, comercio y servicio, tomando en cuenta los datos de empleo de los aproximadamente 5,6 millones de personas registradas en el sector privado en Argentina entre 2009 y 2014. La relación de habilidades entre los sectores revela una compleja red de vínculos interindustriales, que se manifiesta diferente de la rígidamente anidada jerarquía de un sistema de clasificación estándar.

El ejercicio realizado en este capítulo permite mostrar que el indicador de parentesco de habilidades, utilizado como una medida estadística de los desvíos respecto de los flujos de referencia “aleatorios”, aporta elementos útiles que permiten describir el complejo sistema de interacciones entre las industrias al nivel de detalle utilizado (4 dígitos del clasificador de actividades CIIU Rev 4). En efecto, el indicador permite obtener una descripción estructural de los flujos de empleo, además de información útil para la descripción de los sectores productivos, aplicando un criterio de afinidad que surge de la demanda de capacidades de su fuerza de trabajo.

A partir de la aplicación del indicador de parentesco de habilidades, se pudo identificar el potencial diversificador hacia los nuevos sectores de interés. Para ello, se analizó la proporción de vinculaciones de los sectores con los nuevos sectores basados en el conocimiento, con la intención de determinar si el espacio donde más se concentra el empleo actualmente permitiría direccionar la estructura productiva hacia los nuevos sectores de interés. Como resultado, el análisis realizado muestra, en primer lugar, que los servicios basados en el conocimiento (SBC) constituyen el sector con mayor nivel de vinculaciones (35,6%) con las actividades predominantes en la estructura productiva actual, lo que lo ubica como el sector que mayor potencial diversificador alcanza entre los nuevos sectores de interés. En efecto, las actividades de SBC se encuentran presentes en ramas tales como la enseñanza, la salud, el turismo, la radio y la TV por cable, los servicios de información y comunicación, los servicios de entretenimiento, el comercio, la banca minorista y los servicios profesionales.

En segundo lugar, se observa que los sectores de las nuevas energías están vinculados con sectores tradicionales y maduros (como el procesamiento de petróleo o la generación de energía eléctrica), por lo tanto, su potencial diversificador está muy asociado con el entramado productivo ya existente. Luego, en menor medida, tienen potencial diversificador hacia algunos servicios conexos de apoyo, como los ensayos y análisis técnicos y los servicios de arquitectura e ingeniería.

En tercer lugar, la biotecnología no parece tener muchas vinculaciones, aunque sí se trata de relaciones de mucha intensidad. Así, el carácter transversal de esta tecnología se evidencia en el hecho de que tiene vinculaciones con actividades realmente heterogéneas. Este comportamiento podría ser un indicador del potencial de diversificación que ofrece hacia sectores no agrupados en una cadena específica, sino como tecnología de aplicación en sectores diversos.

Un aspecto interesante del análisis realizado es que una actividad de los SBC, específicamente los ensayos y análisis técnicos, alcanza un alto nivel de parentesco de

habilidades tanto con las nuevas energías como con la biotecnología. Este resultado implica que tal actividad puede constituirse como nodo destacado de intersección entre los tres sectores de interés.

Por último, se observa que el sector productor de TIC tiene un menor potencial diversificador, en tanto, básicamente predominan en él las relaciones de parentesco de habilidades con eslabones hacia adelante de la cadena de valor y, en particular, con los sectores de ventas y servicios.

En síntesis, el capítulo 2 permite prever una diversificación hacia actividades intensivas en conocimiento, a partir de las actividades en que está especializada la economía argentina. Ello se confirma al constatar que las nuevas actividades tienen fuertes vinculaciones con un amplio número de actividades en las que la estructura productiva se encuentra especializada.

En el **Capítulo 3** se estudian las formas como impactan los cambios tecnológicos y la innovación sobre las competencias ocupacionales y se analiza de qué manera tal impacto puede y debe ser regulado por los actores sociales, en tanto ellos son partícipes activos de la sociedad del conocimiento. Con este propósito, el capítulo sugiere la necesidad de fortalecer y desplegar una serie de dispositivos en el área de la formación profesional, además de desarrollar su articulación con el sistema educativo formal, lo que permitirá avanzar en la construcción de un sistema de formación continua más integrado.

Dedicado a la descripción de las condiciones de inicio y de las necesidades institucionales de adecuación frente a las nuevas demandas del mercado de trabajo, el capítulo se orienta a describir las características que debe cumplir un sistema de formación continua integrado.

En primer lugar, debe estar articulado con políticas públicas que fomenten la vinculación entre las diferentes dimensiones que forman parte del sistema de innovación. También se indica que, en la economía del conocimiento, el desarrollo de un sistema de innovación implica establecer vínculos estratégicos entre los actores y los sistemas de ciencia, investigación y desarrollo tecnológico, la comunidad educativa con sus sistemas formales y no formales, el sistema productivo con las firmas que innovan en la frontera del conocimiento (en materia de productos, procesos y materiales) y con los actores sociales del mundo de la producción y el trabajo. Esta imbricación profunda permite crear redes de aprendizaje, tanto desde la gestión de las innovaciones como durante su utilización. Precisamente por esta razón, los sistemas de innovación no pueden constituirse como un mundo paralelo al de los sistemas productivo, educativo, de formación profesional y de formación continua, si no que, por el contrario, deben avanzar vinculándose y apoyándose entre sí.

En segundo lugar, debe existir un diseño e implementación de los instrumentos estratégicos para la construcción de un sistema de formación continua, que se encuentre en relación directa con las estrategias de desarrollo económico y social. En tal sentido, los sistemas de formación profesional deben estar vinculados con los sistemas de innovación y debe desarrollarse una serie de dispositivos estratégicos que contribuyan a su fortalecimiento, eficacia y expansión. Uno de estos instrumentos consiste en elaborar un “mapa ocupacional” que permita relevar las ocupaciones vigentes en los sectores de actividad económica y productiva. A la vez, en este mapa se tiene que establecer la relación que tienen entre sí los diferentes oficios y tareas, desde el punto de vista de las trayectorias laborales que recorren los trabajadores como consecuencia de los saberes adquiridos durante cada experiencia laboral (tal como lo propone el capítulo 2 de este libro).

Una visión aún más profunda de este marco ocupacional implica determinar: a) las conexiones que tienen las ocupaciones entre sí desde el punto de vista formativo y de las

cualificaciones de los trabajadores, y b) las conexiones intersectoriales que pueden manifestar las ocupaciones o las competencias que se desarrollan en cada sector en particular. Este dispositivo es sumamente útil para la formación profesional, pero también para articular las formaciones de cada campo ocupacional con los requerimientos de la educación formal y para definir formaciones de actualización a lo largo de la vida. En efecto, se trata de un instrumento básico de planificación y de articulación entre los sistemas de formación, en todos sus niveles y modalidades, y los sistemas de innovación.

En tercer lugar, otro instrumento clave del sistema de formación continua integrado es la “matriz de cualificaciones”. Los sistemas educativos de los países desarrollados han elaborado este instrumento con el fin de compatibilizar internacionalmente diferentes formaciones, según el lugar de origen y la inserción de los trabajadores migrantes en los respectivos mercados de trabajo. Se trata de matrices que indican la complejidad de los conocimientos (competencias generales y específicas) y de las destrezas cognitivas que se ponen en juego en cada nivel de cualificación. También funcionan como elementos de referencia que proponen una forma de articular los conocimientos adquiridos en el sistema educativo formal con aquellos otros alcanzados en los sistemas de aprendizaje no formales. Es importante aclarar que la cualificación, dentro de esta matriz, no se asocia con una ocupación o profesión específica, sino que constituye un referencial o un conjunto de descriptores consensuados que definen la cualificación desde las capacidades cognitivas y desde el nivel de complejidad de los conocimientos requeridos, desde las destrezas y los grados de autonomía y desde la responsabilidad que se le exige al sujeto portador de cada cualificación en particular.

A partir de esta matriz genérica, se pueden clasificar los conocimientos y las exigencias de cada ocupación y debatir, en el interior de los sistemas formales y no formales de educación, el nivel de conocimiento que le será requerido a cada estudiante. Estas matrices se preocupan menos por los perfiles de ingreso y, en cambio, otorgan mayor valor a los resultados esperados durante el proceso de aprendizaje. Los procesos de enseñanza-aprendizaje se orientan hacia los procesos de evaluación y medición de la calidad alcanzada en ellos, con independencia de que los saberes hayan sido adquiridos en la experiencia laboral o en la escolar. De este modo, se mide la capacidad efectiva de aplicar y activar saberes para resolver situaciones problemáticas del campo de cada actividad.

En cuarto lugar, debe haber un sistema prospectivo sectorial y transversal que permita la identificación de las transformaciones que se dan dentro de cada ocupación y de las nuevas ocupaciones que surgen. Sin duda, el trabajo del futuro exige estar alertas ante el surgimiento de nuevas cualificaciones y nuevas ocupaciones. Para eso es imprescindible establecer un sistema prospectivo que monitoree de manera permanente las fronteras tecnológicas y organizacionales de los diferentes sectores de actividad económica, con el fin de analizar en ese horizonte las novedades que van surgiendo y cuáles son las interacciones que se producen entre las nuevas ocupaciones y la dinámica sectorial e intersectorial.

Esta función de “observatorio para el monitoreo de tendencias” permitirá trazar estrategias eficientes para establecer la formación de las cualificaciones, para su negociación respecto de las transformaciones que ya se hayan operado sobre el número de puestos de trabajo, para la extinción de algunas tareas y la redefinición de otras, así como respecto de la cualificación que se exigirá. Este monitoreo temprano hará posible que las empresas y los sindicatos tracen sus estrategias acerca de las relaciones laborales y de formación continua, con el sistema educativo y de formación profesional, en pos de alcanzar la readecuación de las cualificaciones de los trabajadores. También, posibilitará planificar la introducción de nuevas tecnologías y la entrada en régimen de producción de los productos o servicios, así

como anticipar las políticas que deberán diseñarse para su difusión a través del entramado productivo.

Por último, el sistema de formación profesional y formación continua requiere de un acuerdo marco y de la creación de un órgano rector. Este acuerdo marco tendría la misión de normalizar todos los aspectos referidos a los fines y a las funciones de un sistema de formación continua, así como la tarea de acordar sobre los instrumentos de normalización de las formaciones y establecer sus equivalencias entre los sistemas. Paralelamente, sus objetivos estratégicos apuntarían a las siguientes acciones: hacer realidad el aprendizaje permanente y la movilidad de los estudiantes; mejorar la calidad y la eficacia de la educación y la formación; promover la equidad, la cohesión social y la ciudadanía activa e incrementar la creatividad y la innovación, incluido el desarrollo del espíritu empresarial, en todos los niveles de la educación y la formación. Con este propósito general, se deberían establecer consensos acerca de los dispositivos normalizadores que todas las instituciones reconocidas en este campo tendrían que utilizar, así como impulsar la ordenación y regulación del sistema existente, considerando:

- brindar asistencia técnica a los Consejos sectoriales de normalización de ocupaciones, tomando en consideración las demandas de los actores sociales del mundo del trabajo y los informes de los estudios prospectivos sectoriales debidamente validados;
- desarrollar y mantener actualizados los mapas ocupacionales sectoriales;
- desarrollar y mantener actualizada, por consenso interinstitucional, la matriz de cualificaciones de Argentina;
- desplegar investigaciones sobre la didáctica de la formación profesional basada en normas de competencia;
- financiar la implementación de cursos a través de la Red de Instituciones de formación continua;
- fortalecer y asegurar la calidad de las instituciones formativas que participan en la Red de Formación continua;
- implementar programas de certificación de competencias laborales de los trabajadores y de los evaluadores, y desarrollar programas de aseguramiento de la calidad en los organismos certificadores de competencia laboral en consenso con los Consejos sectoriales;
- dictaminar sobre las ocupaciones que requieren habilitación y certificación para su ejercicio (gasistas, soldadores, etc.) y proveer los certificados correspondientes en convenio con los organismos reguladores;
- elaborar o dar asistencia técnica para la elaboración de los diseños curriculares sobre los diversos perfiles formativos que se aprueben;
- consolidar valores y actitudes profesionales en relación con la salud y la seguridad en el trabajo, con la calidad de los procedimientos efectuados y con la productividad obtenida. En este sentido, también potenciar el desarrollo de las competencias transversales: instrumentales, interpersonales y sistemáticas;
- fortalecer la educación básica y la certificación de los ciclos de escolaridad obligatoria;
- fortalecer el vínculo de la formación continua con las carreras de nivel terciario y universitario;

- apoyar el sistema de innovación, propiciando la participación en comunidades de aprendizaje con redes de empresas, centros tecnológicos y centros de formación profesional;
- desarrollar las áreas de asistencia técnica de las empresas, en materia de desarrollo del personal y de la gestión de tecnología;
- fortalecer programas de investigación sobre la formación en las nuevas competencias requeridas por las ocupaciones emergentes; colaborar y fortalecer el REGICE (Registro de Instituciones de Capacitación y Empleo) como organismo que transparenta las certificaciones de personas e instituciones.

En el **Capítulo 4**, con el propósito de comprender las dinámicas virtuosas y también las debilidades de los procesos de diversificación productiva en los segmentos de mayor complejidad, se analizan los procesos de construcción endógena de habilidades colectivas y capacidades institucionales en un conjunto de experiencias de Argentina. Estas experiencias de diversificación productiva están orientadas hacia los sectores intensivos en conocimientos, dentro de la escala local.

En particular, en este capítulo se analizan las dinámicas de construcción de habilidades colectivas y capacidades institucionales a partir del estudio de dos territorios geográficamente determinados, que poseen cierta especialización en segmentos de alta tecnología. En primer lugar, el capítulo presenta y describe un clúster incipiente, vinculado con la Universidad Nacional del Litoral (UNL), que nuclea a un conjunto de empresas de nano y biotecnología en torno a las ciudades de Santa Fe y Paraná. En segundo término, se presenta un clúster especializado en *software* y servicios informáticos (SSI), que se desarrolla en la ciudad de Tandil y está vinculado con la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN).

Ambos casos permiten apreciar que las universidades han actuado como instituciones públicas estructurantes claves en la dinámica virtuosa desarrollada para la construcción de habilidades y capacidades, en asociación con las empresas radicadas en cada territorio. También se corrobora que los territorios han sido beneficiados por una serie de políticas y de instrumentos de promoción sectorial que no solo han trascendido la relación universidad-empresa sino que al mismo tiempo han contribuido a la profundización de tal articulación.

Si bien estas experiencias pueden considerarse exitosas en algunos aspectos (como la transferencia tecnológica, la creación de empresas tecnológicas y la generación de empleo y exportaciones), también es cierto que el análisis de sus trayectorias muestra ciertas debilidades y restricciones (lento crecimiento del clúster o especialización en segmentos de bajo valor). Por estos motivos, el capítulo complementa el análisis con la descripción de dos experiencias internacionales de frontera, que se desenvuelven en los mismos dominios tecnológicos que los casos nacionales.

En comparación con el clúster del Litoral, se propone el estudio del caso de la biotecnología en Múnich, Alemania y, en relación con el clúster de Tandil, se estudia el caso del clúster TIC de Tampere, Finlandia. Además de la coincidencia sectorial, los casos internacionales permiten identificar aspectos en común, como la importancia de las relaciones universidad-empresa y la presencia de políticas nacionales de promoción de sectores particulares.

Por otra parte, los clústeres internacionales dan cuenta de diferencias, como los distintos tipos de articulación de las experiencias locales con estrategias nacionales de desarrollo

o la forma de inserción en cadenas globales de valor. El objetivo del análisis consiste en identificar las dimensiones y los procesos que han resultado claves en la construcción de habilidades colectivas y capacidades institucionales, en países en desarrollo, en general, y en Argentina, en particular. Así, se procura reconocer aquellos mecanismos que promueven la sincronización y la retroalimentación entre el ámbito exclusivamente local y el ámbito nacional, mientras se presta atención a las principales restricciones que enfrenta el territorio local *vis à vis* las experiencias internacionales.

Las principales lecciones que se pueden extraer del análisis se refieren a las condiciones de éxito para la construcción de habilidades colectivas a partir de clústeres tecnológicos. Estas pueden sintetizarse en los siguientes puntos.

En primer lugar, la formación de habilidades individuales constituye una condición necesaria para la emergencia de los clústeres y para ampliar el abanico de posibilidades de diversificación productiva, en especial, en un contexto de alto cambio tecnológico. A la vez, la construcción de habilidades individuales debe considerar fuentes complementarias de aprendizaje. Por un lado, debe considerar a las universidades y a los centros de formación en interacción con el sector productivo, con el objetivo de evitar una disociación entre la oferta y la demanda de habilidades individuales y, por otro lado, debe incentivar la formación en los puestos de trabajo, es decir, en el espacio donde se construyen los conocimientos específicos.

En segundo lugar, resulta fundamental, respecto de las competencias organizacionales, la construcción de entramados empresariales locales que combinen grandes empresas con otras de menor tamaño. Las grandes empresas muestran mayores gastos de investigación y desarrollo, y mayor tendencia a la vinculación con las universidades, especialmente, en sectores como el de la biotecnología. A la vez, tales empresas suelen aportar una perspectiva estratégica (Nelson, 1991) que contribuye a la formación de capacidades dinámicas y de innovación (Teece *et al.*, 1997), lo que puede extenderse al resto de las firmas del territorio a través de sus vinculaciones comerciales y no comerciales (Granovetter, 1985).

Por otra parte, estas empresas también pueden actuar como focos de atracción para otras firmas de menor tamaño, que articulan en redes comerciales y de conocimiento. De esta forma, las empresas de mayor tamaño logran reducir riesgos tecnológicos y comerciales asociados con la actividad innovadora (flexibilidad), mientras que muchas otras empresas pequeñas otorgan dinamismo (creación y destrucción de empresas) y capacidad de respuesta ante entornos de rápido cambio tecnológico.

En tercer lugar, entre las capacidades institucionales también son imprescindibles aquellas que garanticen la articulación entre las acciones llevadas a cabo desde diferentes escalas territoriales (nacionales, regionales y locales), así como entre los actores, con el fin de delinear objetivos claros respecto del desarrollo territorial y del cambio estructural.

En este contexto, la presencia de organizaciones red resulta clave, porque contribuye a la coordinación entre actores heterogéneos entre sí y a la construcción de una visión común del clúster y su trayectoria futura. Además, su función también incluye actividades de promoción de capacidades organizacionales, a partir de la provisión de servicios a empresas y emprendedores del territorio, por ejemplo: la incubación de empresas, las acciones de *management*, el acceso a mercados, el financiamiento, los servicios tecnológicos y de gestión de calidad y la formación de habilidades individuales, al ofrecer cursos de formación y articular las demandas de las empresas con la oferta de formación de las universidades.

De manera adicional, debe considerarse el rol de la política pública al momento de orientar el financiamiento y sostener la demanda que requiere el cambio estructural. Esto implica que las regiones puedan transitar procesos de transformación productiva con menores niveles de volatilidad y riesgo que en ausencia de políticas. En este contexto, la presencia de políticas tanto públicas como privadas (por ejemplo, de organizaciones red) que sostengan la formación de clústeres y su articulación con políticas nacionales resulta determinante, lo que puede repercutir en un mayor grado de éxito entre los denominados clústeres *policy-driven*.

Por último, en línea con el marco conceptual desarrollado en el capítulo y a partir del análisis de casos, es posible apreciar que las habilidades individuales y las capacidades organizacionales constituyen un requerimiento necesario pero no suficiente para el desarrollo de las habilidades colectivas y, en particular, para el desarrollo de clústeres tecnológicos sostenibles. En este contexto, las capacidades institucionales cobran relevancia, dado que son las que permiten articular el juego de los distintos actores y pensar un sistema complejo a mediano y a largo plazo. Se ha comprobado que la sostenibilidad de los clústeres descansa en mecanismos amortiguadores y en la capacidad de resiliencia. De las experiencias de Múnich y Tampere se desprende que estos amortiguadores se anclan en las capacidades institucionales alcanzadas, así como también en los mecanismos de financiamiento y de sostenimiento de la demanda.

Expuesto de manera sintética, el principal resultado de la investigación desarrollada en el libro *Cambio tecnológico y futuro del trabajo. Competencias laborales y habilidades colectivas para una nueva matriz productiva en Argentina* determina que los cambios tecnológicos y organizacionales en curso plantean tanto nuevos desafíos como oportunidades para Argentina.

Entre las oportunidades se destaca, en primer lugar, que las empresas que introducen innovaciones tienden a generar más empleo y empleo de mejor calidad (capítulo 1). En segundo lugar, que la estructura productiva local tiende puentes hacia los sectores tecnológicamente dinámicos para su desarrollo al compartir, en numerosos casos, una misma base de competencias laborales (capítulo 2). En tercer lugar, se constata que las instituciones de formación y la institucionalidad del trabajo constituyen una fortaleza a la hora de pensar nuevos marcos para la formación y capacitación laboral que demanden los empleos del futuro (capítulo 3). Por último, en cuarto lugar, se observa que en sectores dinámicos se desarrollan experiencias exitosas, que marcan un camino acerca de cómo construir competencias e instituciones orientadas al cambio estructural en el nivel local (capítulo 4).

Sin embargo, estas oportunidades no están libres de desafíos y riesgos. En primer lugar, se aprecia que las nuevas formas de contratación amenazan los logros alcanzados hasta el presente en protección laboral y calidad del empleo. En segundo lugar, se observa que las empresas que demandan nuevos perfiles muchas veces recurren a contratar trabajadores más jóvenes en lugar de invertir en la formación de los trabajadores ya contratados. En tercer lugar, resulta evidente que en la estructura productiva argentina existen grupos de actividades que concentran tareas de baja calificación y también una porción mayoritaria del empleo que no se articula con los nuevos sectores a través de las competencias que poseen sus trabajadores. Esta situación implica que se deberán realizar esfuerzos para alcanzar la reconversión o para proteger los puestos de trabajo en un contexto donde declinan ciertas actividades. En cuarto lugar, ocurre que los marcos formativos institucionalizados muchas veces son reacios a acompañar los cambios y poco permeables a modificar los programas de estudio, en especial, durante la formación básica. En quinto y último lugar, tal como se

deriva de la investigación realizada, se sabe que las experiencias exitosas de desarrollo en nuevas tecnologías aún se manifiestan como casos circunscriptos, con baja interacción entre los diferentes sectores de la economía, un fenómeno que deja pendiente el desafío de su escalabilidad.

Como conclusión general, es posible afirmar que para que Argentina obtenga beneficios de las oportunidades descritas y para que, a la vez, limite los riesgos que implica la emergencia de las nuevas tecnologías, el país necesitaría desarrollar una estrategia coherente, con un “ecosistema” de políticas públicas integradas, que articule y busque sintonías entre la educación formal y no formal, la formación profesional y el conjunto de las políticas de desarrollo productivo, de comunicación y de transporte. Todo ello basado en la implementación de un diálogo social eficaz y continuo.

INTRODUCCIÓN

CHRISTOPH ERNST

El impacto de las nuevas tecnologías sobre el desarrollo económico depende de las opciones y decisiones de las políticas públicas. Según Ho-Joon Chang (2002), en un mundo marcado por el cambio tecnológico, la innovación y la acumulación de capital, el desarrollo no ocurre en países cuya especialización se base exclusivamente en una ventaja comparativa natural. El papel de las políticas industriales es crucial en este contexto, aunque debe ser acompañado por una estrategia de aprendizaje que permita la adopción temprana de nuevas tecnologías, en función de las necesidades de la estrategia adoptada. El desarrollo requiere del despliegue de nuevas ventajas comparativas, a través de un proceso de aprendizaje y de construcción de habilidades sociales y colectivas (Nübler, 2014), dirigidas a una economía o a un territorio específico. O, como lo expresó List en 1841, se necesita propiciar el desarrollo de las “fuerzas productivas de trabajo”.

En este sentido, los interrogantes que se presentan son múltiples y variados: ¿qué oportunidades para el desarrollo ofrece específicamente el contexto actual? ¿Por qué la emergencia de nuevas tecnologías y la ruptura de viejas representan una ventana de oportunidad en el sentido de Perez y Soete (1998) para Argentina y para el *catching up* en sectores y tecnologías específicos? ¿Cómo puede el país aprovechar estas oportunidades que brinda el cambio de paradigma para crear nuevas habilidades que le permitan dominar las tecnologías emergentes e imitar, innovar y aprender a competir en las nuevas áreas de producción? Finalmente, ¿cuáles son los procesos de cambio estructural que se pondrían en marcha a partir de aprovechar las oportunidades?

Las políticas del sector público adquieren un papel crucial en la generación y guía del proceso de transformación estructural. Las políticas públicas tienen la función de estimular al sector privado para que este actúe de forma consistente con una estrategia de desarrollo. Y si bien las iniciativas privadas son clave, estas no son suficientes sin la orientación adecuada. También se necesita la transformación de la sociedad como un todo, para crear nuevas fuentes de demanda, de bienes y servicios sofisticados, pero también, nuevas habilidades sociales. Un ejemplo emblemático de este tipo de transformación lo constituye la denominada economía verde, que necesita una nueva actitud de los consumidores, cierta “conciencia verde” de la población, una nueva educación y una comprensión profunda acerca de la compleja relación entre la economía, el ambiente y la sociedad, pero también formación para el uso, gestión y producción de las nuevas tecnologías verdes. En efecto, se necesitan nuevas instituciones formales y reglas informales para crear nuevas habilidades sociales, es decir, nuevas capacidades y nuevos recursos de los que disponen no las personas tomadas de manera individual, sino colectivamente para hacer frente a los cambios en curso (tecnológicos y organizaciones).

Estas habilidades sociales no solo permitirán el dominio de la tecnología sino especialmente su aplicación novedosa en los contextos específicos e idiosincráticos que emergen de las necesidades que construimos socialmente. En definitiva, solo estas nuevas habilidades sociales, como mezcla de conocimientos, comportamientos y sistemas de creencias de cada sociedad (Nübler, 2016), conducirán a una verdadera apropiación social de la tecnología. Pero esto requiere, a la vez, ser considerado seriamente por las instituciones del diálogo social en las que se incluye a las instituciones laborales, a fin de crear una visión y un imaginario común sobre el futuro de la sociedad, de la economía, del ambiente y del mundo del empleo.

Argentina es un país cuya especialización está basada fundamentalmente en la explotación y el procesamiento de sus recursos naturales. Sin embargo, también posee una industria significativa y un sector de servicios con cierta diversificación. Según un cálculo basado en el método de Hidalgo y Hausman (2009), se trata de un país con una complejidad económica de nivel intermedio, que obtiene un rango de 87 sobre 147 países en la muestra de 2014, donde se sitúa como país de desarrollo medio (UIA, OIT, 2018).

A pesar de la primacía agroexportadora, Argentina logró construir sus propias ventajas competitivas en un número amplio de actividades, algunas incluso de elevada sofisticación, como el área de producción de reactores nucleares y satélites. Esta estructura productiva diversificada representa un valor agregado para diseñar estrategias de desarrollo y ofrece varias oportunidades para posicionarse de manera óptima en el mercado mundial.

En los últimos años, el mundo productivo pasó por cambios profundos. Entre las nuevas tendencias presentes se destacan cambios tecnológicos como la industria 4.0 y la creciente y cada vez más sofisticada robotización, el uso del *big data*, la inteligencia artificial, la servicificación y financiarización, la nanotecnología y la biotecnología, los nuevos materiales y la fotónica, entre otros. Sin embargo, no hay que perder de vista que estos avances tecnológicos conviven en el tiempo con fenómenos sociales que emergen o se consolidan como los grandes problemas de nuestra era, entre ellos: los cambios demográficos, como el envejecimiento poblacional, la persistencia de la desigualdad económica y social, y el cambio climático.

Frente a este panorama de cambios tecnológicos, económicos y sociales, el mundo del trabajo también se está transformando. Algunas de las manifestaciones más significativas son, en primer lugar, los niveles de competencias y calificaciones requeridos para que los trabajadores puedan ingresar en los mercados formales de empleo. Estos se han modificado sustancialmente en los últimos años, tanto en términos cuantitativos como cualitativos. Las calificaciones demandadas han aumentado en términos de años de formación, pero también en términos del amplio abanico de capacidades y habilidades requeridas, que van desde las sociales y comunicacionales hasta las de manejo de tecnología y formación en ciencias.

En segundo lugar, están la emergencia y el crecimiento de formas atípicas de trabajo, como el trabajo parcial y el teletrabajo, que son motivadas por nuevas plataformas digitales y conllevan implicancias laborales específicas, bajo el riesgo de un retroceso en materia de derechos laborales.

En tercer lugar, se encuentra el amplio abanico de las formas contractuales formales e informales y los modos de involucramiento en las relaciones de trabajo, que también incluyen cambios en las formas de representación sindical. Estas modificaciones laborales crean, a la vez, un cambio sobre funciones sociales del trabajo y, también, ponen en riesgo los derechos alcanzados.

La llegada de nuevas tecnologías a Argentina representa una ventana de oportunidades y no es una amenaza. Pero para aprovechar esta ventana y para posicionarse de manera óptima frente al mercado mundial, hay que comprender mejor qué sucede en Argentina en materia de tecnología y empleo. En este contexto, un conjunto de preguntas guía permiten orientar la discusión: ¿qué habilidades y capacidades posee la fuerza laboral de Argentina respecto de otros países con los que compite en el mercado internacional? ¿Dónde o en qué actividades Argentina tiene un potencial de desarrollo para lograr un *catching up* en tecnología? Y, finalmente, ¿cuáles son los procesos y dinámicas que se deben desarrollar para lograr un proceso de transformación estructural exitoso?

La transformación en curso puede causar destrucción y caídas del salario o el empeoramiento de las condiciones de trabajo, especialmente sobre ciertos puestos de trabajo, de baja calificación o en aquellos amenazados por la robotización. Por lo tanto, se necesitarán políticas laborales activas para aumentar la empleabilidad de los trabajadores y un buen sistema de protección social que garantice la seguridad de los ingresos, para sostener una demanda nacional. Esto, a la vez, necesita de condiciones macroeconómicas estables y continuas, que permitan una transición ordenada.

En este contexto, similar importancia adquieren las políticas industriales “inteligentes”, las que deberán contar con un enfoque multidisciplinario que promueva el conocimiento y la innovación (C+I) en general. Estas políticas apuntan al desarrollo del diseño, la promoción del aprendizaje y la disponibilidad de fuentes de financiamiento específicas (como capitales de riesgo o subsidios a la innovación). El financiamiento a la innovación debe ser un elemento central de la política si se quiere alcanzar una transformación productiva por medio de la aplicación de nuevo conocimiento. Por lo tanto, la inversión debe brindar apoyo a los *startups* y a los proyectos innovadores que presentan, por su propia naturaleza, alta incertidumbre tecnológica y de mercado.

Sin embargo, perseguir estas transformaciones impone a los sistemas de aprendizaje y construcción de competencias muchos desafíos. El principal consiste en mejorar la calidad educativa pero, también, en sortear los comportamientos reactivos que ocurren dentro de las instituciones y en el sistema, frente a cambios que cada vez son más vertiginosos. Las empresas se enfrentan a la falta sistemática de trabajadores calificados, que cuenten con competencias específicas para desarrollarse en el nuevo contexto tecnológico. Mientras tanto, la tasa de desempleo es alta, sobre todo, para los trabajadores jóvenes.

Actualmente, se habla del fenómeno de inadecuación de habilidades o *skills mismatch*, con lo que se pretende explicar un cierto desencuentro entre la oferta y la demanda laboral, en tanto se manifiesta la necesidad de volver a los sistemas de desarrollo de conocimiento más sensibles a la demanda laboral y con mejor formación en aquellas capacidades genéricas que deberán adaptarse a las transformaciones tecnológicas y organizacionales. Sin embargo, en verdad se trata de algo más que de una inadecuación, ya que la cuestión no es estática sino dinámica. En este sentido, es posible aplicar el concepto de “oportunidades de desarrollo como blanco móvil” de Carlota Pérez (2001), que muestra la relevancia de pensar dinámicamente los sistemas de aprendizaje para acompañar las transformaciones continuas del mundo productivo.

En este contexto, la Organización Internacional del Trabajo, a pedido y en cooperación con el Ministerio de Producción y Trabajo de la Argentina y con el apoyo de la Cámara Alemana de Industria (AHK), realizó una investigación que analiza cómo Argentina puede preparar su economía y, en particular, su fuerza laboral con el fin de obtener el máximo beneficio posible de los cambios tecnológicos y económicos, durante la próxima década.

El presente libro tiene como objetivo brindar algunos indicios acerca de cómo el país puede aprovechar el cambio tecnológico para desarrollar nuevas habilidades. Si bien el documento no pretende cubrir la totalidad de las implicancias laborales que conllevan los cambios actuales del mundo del trabajo, sí desarrollará, en profundidad, la temática de los cambios tecnológicos. Para complementar las ideas que esta investigación presenta, otros estudios de la OIT se articulan con este libro, con el fin de comprender más acabadamente el futuro de trabajo. Entre ellos, figuran estudios sobre el potencial del empleo verde, sobre el futuro del comercio internacional de Argentina o sobre las implicancias laborales de las plataformas digitales.

El presente estudio busca analizar, en primer lugar, cuál es la base existente de conocimientos y competencias ocupacionales en Argentina y cómo este conjunto de habilidades permite diversificar y desarrollar a partir de nuevas tecnologías una batería de nuevos productos y servicios más complejos y sofisticados, hasta crear una base productiva nacional más competitiva. En segundo lugar, se procura identificar y comprender las posibles nuevas brechas de conocimiento que han abierto los últimos desarrollos tecnológicos. Finalmente, se intenta proponer una estrategia nacional de competencia y conocimiento que permita sobrepasar esas brechas y aprovechar plenamente las oportunidades que emergen de los cambios tecnológicos, económicos y sociales.

El estudio tiene una mirada sobre el empleo y, en particular, sobre las competencias laborales, que se encuadra en el enfoque del desarrollo productivo. El documento se interesa específicamente por los procesos de transformación estructural del aparato productivo de cara al futuro cercano. Por ello, da énfasis al papel que desempeñarán las competencias laborales requeridas por las tecnologías emergentes. También lo hace sobre las habilidades sociales y acerca del dinamismo y la articulación de las instituciones del sistema nacional de innovación y aprendizaje, que están implicados en el proceso de transformación.

Esta investigación comienza haciendo una revisión de las nuevas tecnologías, de aquellas que están emergiendo y de aquellas tecnologías del futuro que están a punto de desembarcar en Argentina o de afrontar un papel importante en su sistema de producción. En el primer capítulo se analiza, con el apoyo de la ENDEI (Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación), la relación entre la innovación y el empleo en vistas de los cambios tecnológicos actuales. Allí se vinculan los cambios tecnológicos con las modificaciones observadas en el mercado laboral, como las formas atípicas de empleo que están creciendo actualmente, en particular, de la mano de las plataformas digitales, pero también en otras áreas y actividades. Estos cambios laborales implican, a la vez, tanto relaciones laborales como una institucionalidad, nuevas o por lo menos reformadas, frente a las cuales el mundo y Argentina todavía buscan brindar respuestas adecuadas.

En el segundo capítulo, se sigue un análisis empírico de las competencias existentes en Argentina, usando un indicador de parentesco de conocimiento, que mide la relación y la distancia entre las competencias existentes en Argentina y las nuevas tecnologías emergentes. El objetivo consiste en ver en cuáles de las nuevas tecnologías las brechas con la competencia existente en el país son pequeñas y en cuáles las brechas son mayores. Este tipo de análisis permite justificar inversiones en la formación de capacidades y orientar los diseños de política.

El tercer capítulo continúa con esta línea de discusión, analizando el sistema de formación profesional existente más aquello que necesitaría un sistema de formación profesional adecuado para incorporar rápida y eficazmente las nuevas tecnologías. En este capítulo, se formulan las siguientes preguntas: ¿cuáles son las competencias más requeridas, ya

sean técnicas, sociales, sectoriales o multidisciplinarias? ¿Cuál es el valor de la formación continua durante todo el ciclo de trabajo? ¿Qué formas de aprendizaje son las más eficaces?

El cuarto capítulo avanza un paso más y observa las habilidades colectivas en su totalidad –ya no solamente las de la formación profesional–, buscando identificar cuáles son los elementos claves y cómo estos interactúan; además, describe en qué consiste el proceso dinámico para poder incorporar nuevas tecnologías, para innovar y competir en el mercado. Con este fin expone y describe casos concretos de desarrollos favorables en el nivel local. Por último, se presentan ejemplos locales nacionales, comparándolos con ejemplos exitosos internacionales, para analizar las dificultades respecto de la meta de alcanzar una escala significativa en Argentina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chang, H.J. 2002. *Kicking Away the Ladder. Development Strategy in Historical Perspective*. London, Anthem Press.
- Hidalgo, C. y Hausmann, R. 2009. “The Building Blocks of Economic Complexity”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(26), pp. 10570-10575.
- List, F. 1841. *Das nationale System der politischen Oekonomie*. Baden-Baden, Nomos (reimpresión 2008).
- Nübler, I. 2014b. “A Theory of Capabilities for Productive Transformation: Learning to Catch up”, in Salazar-Xirinachs, J.M., Nübler I., Kozul-Right, R. 2014. *Transforming Economies: Making Industrial Policy Work for Growth, Jobs and Development*. Geneva, ILO.
- _____. 2016. *New Technologies: A Jobless Future or Golden Age of Job Creation*. Research Department Working Paper, N° 13. Geneva, ILO.
- Pérez, C. 2001. “Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil”. Seminario sobre la Teoría del Desarrollo en los Albores del Siglo XXI, 28 y 29 agosto de 2001. Santiago de Chile, CEPAL.
- UIA-OIT. 2018. *Una nueva inserción comercial argentina: el papel de la diversificación y la complejización para crear más y mejor empleo*. Buenos Aires, UIA/OIT.

CAPÍTULO 1

CAMBIOS TECNOLÓGICOS Y LABORALES: SUS IMPLICANCIAS PARA ARGENTINA

MARIELA MOLINA
NATALIA BENÍTEZ
CHRISTOPH ERNST

INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica viene impulsando cambios de nivel global sobre las formas de organización de la producción y sobre las estructuras productivas. Al mismo tiempo, genera modificaciones en los mercados laborales, tanto en los niveles de empleo y salarios, como en la dinámica de las ocupaciones. Estos cambios, que para autores de diferentes corrientes (Romer, 1986; Lucas, 1988; Nübler, 2016 y Pérez y Soete, 1982) son las principales fuentes del crecimiento, tienen la capacidad de modificar el mundo del trabajo mediante la destrucción y la generación de empleo y mediante la transformación de la naturaleza de las ocupaciones y de las tareas que las conforman. La pregunta central de la literatura consiste en si las innovaciones tecnológicas constituyen una fuente de exclusión para los trabajadores o si, por el contrario, habilitan nuevas oportunidades. La respuesta no es sencilla y, actualmente, se ha despertado un gran debate en torno a la temática.

Autores evolucionistas postulan la emergencia de una nueva revolución tecnológica, que se desplegó durante las últimas tres décadas, y que ha tenido como factor clave a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (Castells, 1997; Denning y Metcalfe, 1997; Pérez, 1985 y 2002; Freeman, 2001; Castaldi y Dosi, 2011). Por otro lado, las teorías del crecimiento endógeno (Romer, 1986 y Lucas 1988) plantean que resulta necesario prestar más atención al proceso de difusión de las nuevas tecnologías, para intentar conocer bajo qué circunstancias se pueden abrir ventanas de oportunidades para los países de menor desarrollo relativo que den lugar a un efectivo *catching up* tecnológico (Pérez y Soete, 1982). Otros autores señalan que los recientes cambios tecnológicos producen consecuencias que no tienen precedentes, por tratarse de una desviación crítica del patrón histórico del cambio tecno-económico y la rapidez de los cambios en las formas de organizar el trabajo, la producción y el consumo de bienes (Nübler, 2016; Rodríguez, 2017).

Según el Informe del Banco Mundial (2016), a diferencia de las anteriores transformaciones tecnológicas, como la mecanización de la agricultura o la automatización de la industria manufacturera, donde el trabajo de menor calificación era desplazado por las nuevas tecnologías, las TIC e Internet están afectando a los empleos bien remunerados (denominados “de cuello blanco”), incluso más que a los trabajos “de cuello azul” (de menor remuneración y tarea manual).

Estos cambios tecnológicos no pueden estar disociados de tres tendencias de cambio de la estructura productiva que actualmente están en marcha (Scarpeta, 2016; CAF, 2016; Rodríguez, 2017; entre otros). La primera es el envejecimiento de la población, tanto en

los países desarrollados como en las economías emergentes.¹ La segunda tendencia la constituye la fragmentación de los procesos productivos, que lleva a una organización de la producción en cadenas globales de valor. Por último, la revolución tecnológica actual, caracterizada por el aumento de la potencia de los ordenadores y de su capacidad de almacenamiento y de procesamiento de datos (Rodríguez, 2017).

Castaldi y Dosi (2010) y Novick et al. (2011) señalan que, si bien existe una amplia difusión de las TIC a escala global, no necesariamente ello va acompañado de la globalización de las capacidades tecnológicas de las firmas y de las personas, lo que genera una marcada segmentación que echa por tierra las hipótesis de convergencia. Estos autores también afirman que una adecuada difusión y utilización de las nuevas tecnologías no solo requiere del desarrollo de capacidades tecnológicas y organizacionales que coevolucionen sino, además, de cambios significativos dentro de las instituciones.

La relación entre el cambio tecnológico y el empleo promueve muchos debates. Pérez (2001) sostiene que si bien gran parte del aprendizaje tecnológico se manifiesta de modo gradual e incremental, existen discontinuidades en ese proceso que se convierten en aperturas o ventanas de entrada, por medio de las cuales a los países más rezagados se les presenta la oportunidad de dar un salto. Si bien se trata de procesos de destrucción creadora (Schumpeter, 1942) que pueden conllevar, en el corto plazo, problemas para la estructura ocupacional, también tienen la posibilidad de brindar mejoras, en el largo plazo, mediante el pasaje hacia ocupaciones más calificadas. Otros autores optimistas confían en que las nuevas tecnologías movilizarán procesos de ajuste y transformación que crearán nuevos puestos de trabajo y hasta “edades de oro” para la creación de empleo (Pérez, 1989, 2001 y 2002; Vivarelli, 2007).

Por otra parte, otras lecturas más pesimistas, como la de Schwab (2016), señalan que los efectos combinados de las múltiples nuevas tecnologías, como los sensores multifuncionales, la robótica de aprendizaje, la Internet de las cosas o la impresión 3D, podrían generar profundos cambios, tan amplios, que pueden provocar una pérdida de empleos sin precedentes. Autores aún más radicales (Rifkin, 1995; Ford, 2015; McAfee y Brynjolfsson, 2014; Hawking, 2016) indican que la nueva ola de cambios tecnológicos e innovaciones destruirá empleos a gran escala e incluso prevén un futuro sin empleo.

Lo cierto es que a partir de estas nuevas tecnologías está cambiando la manera de trabajar, las demandas de trabajo e incluso las formas de contratación. Actualmente, se habla del surgimiento de “formas atípicas de empleo”, que se basan en el uso de las nuevas tecnologías como plataformas que conectan oferta de servicios laborales con potenciales demandas, bajo esquemas de trabajo *free lance*. La pregunta es si los trabajadores se encuentran preparados para adaptarse a tales cambios y, en todo caso, cómo se darán las relaciones laborales y cómo se garantizarán las condiciones de trabajo decente a partir de la proliferación de un gran número de empleos atípicos.

Sin duda, el debate sobre los efectos del cambio tecnológico sobre el empleo aún permanece abierto. No obstante, las economías en desarrollo no pueden permitirse el lujo de no dar acompañamiento de estos cambios tecnológicos. Deben implementar transformaciones institucionales que promuevan ambientes innovadores y, al mismo tiempo, procurar el desarrollo de nuevas maneras de pensar la normativa laboral, de manera tal que esta se adapte a los nuevos tiempos sin lesionar el objetivo de trabajo decente como horizonte alcanzable.

¹ Se estima que en 2050 habrá una persona pasiva cada tres activas y China presenta un constante crecimiento de la edad poblacional.

En este capítulo, se presenta una revisión de los mayores cambios ocurridos en el área productiva, junto con las posibles transformaciones que están aconteciendo en el ámbito laboral, en la actualidad y de cara al futuro. En primer lugar, se presentan las principales tecnologías que hoy la literatura plantea como disruptivas y con fuerte impacto sobre el mundo del trabajo. En segundo lugar, se discuten los debates teóricos y conceptuales entre tecnología y empleo que han sido abiertos por el proceso actual de cambio tecnológico. En tercer lugar, se habla de las formas atípicas de trabajo y de contratación que surgen a partir de la irrupción de las tecnologías. En cuarto lugar, se describen los desafíos que se les presentan a las organizaciones gremiales, a los trabajadores y a las empresas, frente al cambio de las relaciones laborales. En quinto lugar, se presenta, sobre la base de la literatura disponible, un análisis sobre los empleos en riesgo. En sexto lugar, se aborda específicamente al caso argentino, a través de un estudio empírico realizado a partir de la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI).² Finalmente, se presentan las principales conclusiones.

1. MANIFESTACIONES DEL CAMBIO TECNOLÓGICO: *BIG DATA*, LA NUBE, LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA IMPRESIÓN 3D

En esta sección se presenta una somera descripción de algunos de los cambios tecnológicos más importantes que llevan a numerosos autores a sostener la tesis de que el mundo se encuentra en pleno proceso hacia la cuarta revolución industrial. Estos cambios se están produciendo a una velocidad que resulta impensable para el pasado más reciente. Por este motivo, también se presenta una descripción de las transformaciones tecnológicas que se han suscitado en los últimos años.

En primer lugar, es posible mencionar el fenómeno del *big data*, asociado a una nueva forma de almacenamiento remoto, que algunos denominan “la nube” (*cloud storage*) y que opera a través de diversos canales de Internet. Las estimaciones de nivel mundial indican que la capacidad de procesamiento y almacenamiento de datos aún continuará creciendo, en tanto, se reducirá cada vez más el costo unitario por información procesada (Rodríguez, 2017).

La importancia que tiene para el presente análisis el fenómeno de *big data* radica en la capacidad que posee para aumentar las posibilidades de fragmentación de los procesos productivos que conforman las cadenas de valor. Este hecho no solo resulta vital para el ámbito productivo, sino que además genera cambios en la naturaleza de las ocupaciones. Actualmente, por medio del *big data*, las empresas tienen la posibilidad de controlar la totalidad del proceso productivo y de comercialización. Esto también ha colaborado con la ampliación de los procesos de deslocalización, ya que la producción de manufactura puede ubicarse en lugares de bajo costo de mano de obra, en tanto los procesos de diseño, donde se encuentran los trabajadores especializados en esas áreas. En definitiva, la posibilidad de control remoto del proceso productivo ha transformado las cadenas de valor tradicionales.

² La ENDEI fue elaborada de forma conjunta, en 2015, por los entonces Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) y el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTEySS), luego Secretarías de Gobierno bajo las órbitas de los Ministerios de Educación y de Producción. A partir de la ENDEI, se obtuvo información sobre una muestra estadísticamente representativa de 3691 empresas, de 10 o más trabajadores, pertenecientes a la industria manufacturera.

Los efectos del *big data* y de la conformación de grandes cadenas de valor son tan pronunciados que afectan a las migraciones. Así ocurre que, por un lado, los trabajadores menos calificados, con capacidad solo de realizar tareas rutinarias y manuales, son desplazados y generan una gran masa de desocupados que migran hacia los países donde podrían llegar a obtener alguna chance de ingresar en el mercado laboral. En tanto, por otro lado, los trabajadores más calificados, que desempeñan tareas cognitivas y no rutinarias, tienen, gracias a las nuevas tecnologías, la oportunidad de trabajar de manera remota para empresas ubicadas a miles de kilómetros de distancia. Es así cómo la posibilidad de incrementar la movilidad del conocimiento reemplaza, al menos para una parte de los trabajadores, la necesidad de migrar hacia otros mercados de trabajo.

En segundo lugar, nos referimos a la tecnología de la inteligencia artificial. En este caso, se trata de acciones y procesos realizados por computadoras que buscan replicar la inteligencia humana. La inteligencia artificial está vinculada con el desarrollo de *big data* ya que funciona sobre la base de una enorme capacidad de almacenamiento de datos y procesamiento de la información. A partir de modelos de comportamiento, reglas y algoritmos, actualmente muchos programas de computadora son capaces de realizar diagnósticos y decidir la acción más apropiada ante situaciones complejas. En este sentido, las máquinas imitan ciertos procesos cognitivos, vinculados con la inteligencia humana, como “aprender” a través de mecanismos adaptativos como las técnicas de *machine learning*, si bien aún no pueden aprender como un niño pequeño (Rodríguez, 2017). En palabras de Moravec (1988), “es relativamente fácil hacer que las computadoras muestren el desempeño de los adultos en las pruebas de inteligencia o jugar a las damas. Lo difícil o imposible es darle las habilidades de un niño de un año, cuando todo se trata de percepción y movilidad”. La inteligencia artificial se está utilizando en la mayoría de las plataformas de *e-commerce*, como Amazon, Alibaba, Trivago o Mercado libre (en la región). Sin duda, estos espacios virtuales constituyen una nueva manera de organizar la producción y comercialización de bienes y servicios.

En tercer lugar, corresponde referirse a la cada vez más extendida utilización de sensores. Sensores como los de movimiento, humedad y temperatura permiten monitorear y medir cualidades del entorno, lo que conforma un elemento fundamental para el avance de la robotización y la automatización de procesos. Estos sensores no solo se emplean para dar alertas sobre alteraciones o cambios, sino que, mediante ellos, las computadoras pueden tomar decisiones y ejecutar acciones de manera automática. Este fenómeno viene revolucionando las formas de producción en el agro, la industria y también en el mundo de los servicios (Rodríguez, 2017).

En cuarto lugar, ocurre que los fenómenos de *big data*, la nube y la inteligencia artificial junto con la proliferación de sensores originaron otro cambio tecnológico conocido como la “Internet de las cosas”, que consiste en la presencia de chips y sensores interconectados en un sinnúmero de dispositivos (desde teléfonos y electrodomésticos, hasta maquinaria industrial) que posibilitan el “aprendizaje automático”. En efecto, esta innovación supone la capacidad de aprender de las computadoras, sin ser programadas de manera explícita, sobre la base de información recabada también de manera automática.

Todo este proceso solo es posible gracias a la codificación de la información que utilizan las computadoras. Si la información o el conocimiento no son codificables, las computadoras no pueden concretar su asimilación. Por lo tanto, el mayor desafío para quienes están desarrollando estas áreas del conocimiento lo constituye la barrera todavía inabordable de todo aquel conocimiento que permanece no codificable, tácito o difícil de codificar. En palabras de Polanyi (1966), los seres humanos aún “sabemos más de lo que somos capaces de decir”.

En esta nueva revolución tecnológica, existe una combinación que todo el tiempo juega un papel importante. Se trata de la combinación entre la ampliación de la capacidad tecnológica y la disminución de los costos de los robots. Estas situaciones han producido la proliferación del uso de la robótica en amplios ámbitos productivos. En esa línea, Rodríguez (2017) advierte que si bien la industria manufacturera es el sector que tradicionalmente emplea robots y lo continuará siendo, en algunos países sus aplicaciones ya se han extendido al agro, a la construcción, a los servicios de comercialización y logística e incluso a los servicios domésticos como auxiliares en las tareas de limpieza.

En quinto lugar, corresponde mencionar a la *impresión 3D* y a la manufactura aditiva que viene revolucionando la producción y el pasaje del diseño al objeto. En este caso, un objeto tridimensional es creado por la superposición de capas sucesivas de su material constitutivo, controlado digitalmente. Al principio, los materiales utilizados eran resinas y polímeros, pero con el tiempo la producción se fue extendiendo a otra gran variedad de materiales. Esta tecnología constituye, sin dudas, una revolución en sí misma, ya que mediante ella es posible confeccionar un producto a medida, sin necesidad de utilizar moldes y a un costo cada vez menor. Este tipo de producción hizo emerger un nuevo sector económico, dado que hoy existen empresas que se dedican a imprimir 3D para los usuarios, sobre la base de necesidades particulares. Algunas de las aplicaciones en las que se observan los cambios producidos por la impresión 3D son: la industria automotriz, de alimentos, la arqueología, la medicina (especialmente en la construcción de prótesis) y la biotecnología, entre otros campos (Rodríguez, 2017).

En sexto lugar corresponde mencionar a la fábrica inteligente, como un sistema de conexiones donde las máquinas se conectan entre sí (M2M) por medio de un circuito cerrado. Este sistema más la inteligencia artificial están transformando las formas de producción, reduciendo las necesidades de stock y conectando a los consumidores con los intermediarios y los proveedores. Así la industria se encamina hacia un sistema de producción ajustado a la demanda y por pequeños lotes.

Luego, resulta evidente que la combinación de todos estos elementos, mencionados como rasgos de una nueva revolución industrial, provocará la flexibilización de los procesos industriales, los cuales pasarán a vincular muy fuertemente la producción de bienes con la generación de servicios de alta calidad. Para Rodríguez (2017), por otra parte, el papel que actualmente juegan los sensores como facilitadores del proceso de la Internet de las cosas guarda ciertas semejanzas con el rol que han desempeñado los *chips* respecto de la tercera revolución industrial (denominada era de las *TIC*).

Desde la perspectiva de las políticas públicas, países como Alemania han sido los pioneros en el diseño e implementación de acciones para la promoción y adaptación ante la considerada cuarta revolución industrial: la Industria 4.0. Este concepto fue presentado por primera vez en 2011, en la Feria de Hannover, Alemania, en el Salón de la tecnología industrial. Se trata de un programa destinado a adaptar el tejido industrial y preparar su transformación hacia la industria del futuro.

Se debe advertir que Alemania no es el único país en desplegar estrategias de este tipo. Las fábricas inteligentes que ya empiezan a aparecer también emplean un enfoque completamente nuevo de la producción. Los productos inteligentes son identificables de manera única. Los sistemas de fabricación integrados están conectados verticalmente dentro de las fábricas y las empresas se conectan con los procesos del negocio y horizontalmente a redes que se pueden gestionar en tiempo real, desde el momento en que se realiza un pedido hasta su salida. Ambas conexiones requieren ingeniería de extremo a extremo a través de toda

la cadena de valor. En el caso de Alemania, los principales problemas que se identificaron ante la implementación del programa fueron la estandarización, la organización del trabajo y la disponibilidad de productos. Además de Alemania, también Francia, los EE.UU., Corea del Sur, China y España han implementado programas destinados a la adaptación de sus industrias a la cuarta revolución industrial o Industria 4.0 (Rodríguez, 2017).

Todas estas nuevas tecnologías, están en pleno proceso de desarrollo y todavía no han llegado a alcanzar su frontera. De hecho, es necesario mencionar que poseen limitaciones. Por ejemplo, el proyecto del automóvil autónomo todavía genera muchos debates, pues se basa en la ubicación de una gran cantidad de sensores que procuran captar todas las variables necesarias para manejar un auto sin que lo dirija un conductor humano. Evidentemente, tales sensores no logran hacer el mismo tipo de asociaciones que hace una persona. Supongamos, por ejemplo, que se cruza una pelota en el camino del vehículo. En ese caso, los sensores no podrán transmitir una señal de peligro importante, en tanto, una persona asociará la pelota con la posibilidad de que un niño vaya corriendo detrás de ella, como la potencial víctima de un accidente. Es en este sentido que los humanos todavía tenemos ciertas ventajas sobre las computadoras (Rodríguez, 2017).

Todo esto genera nuevos problemas, vinculados con el hecho de que si las personas no participan de los procesos de toma de decisiones o de las acciones consecuentes y una máquina falla por un problema del sensor o del proceso de aprendizaje automático, es factible preguntarse cómo podría corregir un trabajador un proceso del cual no participa. Este es uno de los grandes problemas que aún queda por resolver y que genera grandes controversias en el plano legal y regulatorio.

Ante estos avances, es importante considerar la perspectiva histórica de que tanto el desplazamiento como la posible pérdida de puestos derivados del cambio tecnológico se constituyen como parte integral del progreso económico. En este sentido, es precisamente el aumento de la productividad (por ejemplo, cómo la tecnología reemplaza algún trabajo humano pero aumenta las habilidades de los nuevos trabajadores y de los restantes) lo que genera crecimiento y libera recursos humanos y financieros para su despliegue en otros sectores con mayores rendimientos. Por otra parte, las nuevas tecnologías también reducen la necesidad de que los seres humanos hagan trabajos físicamente duros, repetitivos o peligrosos. Estas tendencias serán bienvenidas en aquellos países que poseen un rápido envejecimiento poblacional o donde la población está disminuyendo; también, en aquellas profesiones que tienen escasos niveles de competencias.

2. LOS DEBATES ACERCA DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO TECNOLÓGICO SOBRE LA OCUPACIÓN Y EL EMPLEO

Existe una extensa bibliografía que viene analizando las causas y las consecuencias del cambio tecnológico sobre la estructura productiva, el entramado laboral y las organizaciones (Autor *et al.*, 2003; Autor, 2011; Frey y Osborne, 2013; Brynjolfsson y McAfee, 2014; Nübler, 2016). Muchos de estos estudios se han ocupado de la relación entre los cambios tecnológicos y los salarios. Por ejemplo, Acemoglu y Autor (2011) generaron mediciones

para conocer los retornos de las habilidades, entendidas estas como la capacidad de los trabajadores de realizar una determinada tarea. Ellos plantean que el impacto de las nuevas tecnologías sobre los trabajadores es negativo en el caso de las tareas rutinarias y en los trabajos repetitivos, ya que estos son fácilmente codificables y, por lo tanto, pasibles de ser realizados por una computadora o un robot. En este sentido, se vuelve a comprobar que la capacidad de codificación de tareas y de conocimiento resulta ser la clave para las vertiginosas transformaciones que se están experimentando en el ámbito productivo y laboral.

Brynjolfsson y McAfee (2014) ofrecen un panorama pesimista acerca de los probables efectos de la automatización sobre el mundo del empleo. Los autores mencionan el caso de la digitalización y su implementación acelerada, y cómo esto conlleva perturbaciones no deseables para los trabajadores. Así advierten que el progreso tecnológico dejará atrás a una gran cantidad de ocupados. En otras palabras, los autores postulan que solo aquellos trabajadores que reporten habilidades especiales o créditos educativos en áreas difíciles de reemplazar poseerán una ventaja.

Los temores al “desempleo tecnológico” se remontan a la revolución industrial y atraviesan toda la historia económica. El economista John Maynard Keynes y el escritor Isaac Asimov ya hicieron sus predicciones al respecto. En la década de 1930, Keynes predijo semanas de trabajo de 15 horas para finales del siglo XX y Asimov, en un ensayo de 1964, esperaba que uno de los problemas más acuciantes para la humanidad fuera, hacia 2014, el aburrimiento “en una sociedad de ocio forzado”. Sin embargo, a lo largo de los siglos, las economías se han ido adaptando a los cambios. Por ejemplo, en 1910 en el sector agrícola había 12 millones de trabajadores en los Estados Unidos. En tanto, cien años más tarde, el número de trabajadores descendía a 700.000 en una población tres veces mayor. Sin embargo, en simultáneo, se observó un fuerte aumento del empleo industrial, que más que recompensó la caída del empleo agrícola.

Aun así, nadie puede predecir el impacto total que tendrá el cambio tecnológico durante las próximas décadas, pues este podría ser más rápido y más amplio que los anteriores. Sin embargo, la literatura arriesga sus apuestas. El Banco Mundial (2016), por ejemplo, indica que es un hecho comprobable que dos tercios de la totalidad de los empleos del mundo en desarrollo son susceptibles de ser automatizados.

Ante este panorama, lo que sí está claro es que quienes se encargan de la formulación de políticas enfrentan una carrera entre la tecnología y la educación, donde resultarán ganadores quienes estimulen la mejora de las aptitudes, para que todos puedan beneficiarse de las oportunidades digitales.

Bastante tiempo atrás, Bowen (1966) advertía que el cambio tecnológico, junto con otras formas de cambio económico, constituye un determinante importante sobre los sectores y las personas que se ven afectadas por el desempleo. Sin embargo, el autor atribuía a la demanda de bienes y servicios el rol más importante en la determinación de quiénes y cuántos serían los afectados por el desempleo, sobre cuánto tiempo permanecerían desempleados y respecto de lo difícil que resultaría para los recién llegados al mercado laboral encontrar un empleo. Por otra parte, rescató tempranamente un rasgo que no se debería pasar por alto: “... que la tecnología elimina los trabajos, no el trabajo”.

3. CAMBIO TECNOLÓGICO Y EMPLEOS ATÍPICOS: LA TRANSFORMACIÓN DE LAS RELACIONES LABORALES

Dentro de los cambios en las relaciones laborales inducidos por las nuevas tecnologías destaca la emergencia de formas atípicas de trabajo, como la búsqueda de flexibilidad laboral, la implementación de nuevas formas de organización industrial y la mayor inserción de las mujeres en el mercado de trabajo (Maurizio, 2016; ILO, 2013).

En OIT (2016) se analiza la incidencia y las tendencias de las formas atípicas de empleo. En esta sección, se sostiene que los *empleos atípicos* son aquellos que surgen de “arreglos atípicos”, los cuales recaen fundamentalmente en la duración de la jornada laboral, la estabilidad en el puesto de trabajo o el tipo de contratación. Estos tipos de empleos aparecen específicamente en contextos de transformación del mundo del trabajo, en momentos en los que se busca reducir los costos a partir de un tipo de reglamentación específica, o en medio de crisis socioeconómicas. También se puede mencionar que se trata de relaciones laborales atípicas cuando la figura del asalariado se desdibuja en la figura del cuentapropista económicamente dependiente. En estos casos, se trata de empleo asalariado encubierto, porque no aparenta formar parte de una relación de dependencia, si bien de hecho lo es. Otra categoría relevante de las formas atípicas es que la relación de trabajo muchas veces es multipartita, es decir, una relación temporal no directa ni subordinada al usuario final, que se desarrolla a partir de un régimen de subcontratación mediado por una agencia de trabajo temporal (OIT, 2016).

Si bien las categorías anteriores no son excluyentes, es posible asociar las formas atípicas de empleo derivadas de los cambios tecnológicos con los tipos de contratación indirecta y con el caso de los trabajadores por cuenta propia pero económicamente dependientes. Los avances tecnológicos, junto con las cadenas mundiales de suministro y el crecimiento del sector de los servicios dieron como resultado nuevas tecnologías de la información que implicaron formas de trabajo novedosas y complejas que son difíciles de categorizar mediante conceptos tradicionales (OIT, 2016). Las formas más conocidas son los *trabajos en multitud: crowd-sourcing o crowd work* (Berg y Estefano, 2016), el *trabajo basado en plataformas digitales o en aplicaciones (platform-, and app-based work*, Fair Crowd Work, 2017), la *economía de los pequeños encargos (gig economy*, Buenadicha y Molina, 2017; Pacheco Jiménez, 2016) y el *trabajo a pedido (on-demand economy)*, todas ellas modalidades frecuentemente llamadas *capitalismo* (Sundararajan, 2017) o *economía colaborativa (shared economy*, Botsman y Rogers, 2011; Suárez Vergne, 2016) de manera conjunta, aunque no se trate de un sistema tan colaborativo en la práctica.

Bajo estas nuevas formas de trabajo se tergiversan las relaciones laborales conocidas, porque las empresas aparentan cumplir la función de meras intermediarias entre los consumidores y los prestadores de servicios. Así, se conecta en forma directa la oferta de un determinado producto con la demanda, por lo tanto, el vínculo es visto como una forma de intercambio de productos que retoma modalidades originarias de comercio directo. La forma más difundida de este tipo de plataforma es la de las empresas que cobran por el servicio de intermediación entre oferentes y demandantes de un producto o servicio específico. Bajo esta modalidad, existen empresas de intermediación de alquiler de viviendas, venta de pasajes, de préstamos, alquileres de equipos, servicios personales u otros servicios de mayor y más compleja envergadura.

La emergencia de las nuevas formas de empleo que se instalan con estas formas de comercio abre un debate acerca de la situación de los trabajadores que participan de tal

dinámica. Este factor es suficiente en sí mismo para hacer foco sobre el fenómeno, más allá de su incidencia. Actualmente, ya no se trata simplemente de relaciones colaborativas en términos estrictos sino que aparenta tratarse de vínculos de colaboración cuando, en verdad, un número importante de ellas encubre relaciones laborales, que luego se van diferenciando de acuerdo con los productos o servicios ofrecidos. Por ejemplo, hay plataformas que requieren de la presencia física de los trabajadores, como las de transporte de pasajeros (UBER o Didi Chuxing), o las de servicios, como Task Rabbit, que ofrece la realización de tareas de todo tipo (reparaciones, mensajería, mudanzas, limpieza). A la vez, existen otras empresas de servicios profesionales no presenciales, como Upwork, especializada en diseño web, o Freelancer, que reúne a un grupo de expertos en análisis estadístico. Uno de los casos paradigmáticos, a nivel mundial, junto con la empresa Uber, es el de Airbnb, una plataforma que opera como intermediaria entre personas que ofrecen alojamiento y aquellas otras que buscan alquilar. También hay firmas como Etsy, un gran mercado virtual de emprendedores donde se comercializa todo tipo de objetos “únicos”, en su mayoría artesanales, y que también ofrece servicios de capacitación para potenciales emprendedores creativos.

Existe una gran variedad de situaciones y para intentar un acercamiento al fenómeno es importante distinguirlas, dado que en las plataformas digitales las relaciones laborales no terminan nunca de transparentarse y, por lo tanto, son complejas de categorizar. Las modalidades atípicas están menos ocultas cuando se trata de servicios profesionales calificados, sin embargo, son más difusas cuando los servicios son ofrecidos por “amateurs” o “pares”, como suelen denominarse. Esto se manifiesta cuando algunas plataformas evitan que se identifique a los trabajadores como tales para pasar a denominarlos “anfitriones”, “taskers”, “guías” o “canguros”, según el tipo de servicio que se ofrezca, en un tipo de operación que se aleja de la idea de relación laboral típica (Bulchand Gidumal y Melián González, 2017).

El riesgo de las relaciones laborales que se desarrollan en las plataformas digitales es que terminen siendo funcionales a la flexibilización y resten derechos laborales a los trabajadores. Es evidente que sin un conjunto de normas que regulen estas nuevas modalidades de trabajo, además de no garantizarse los derechos de los trabajadores, existe el riesgo de que se instale una competencia desleal entre las empresas, que vaya en detrimento de aquellas firmas que sí poseen una estructura clásica.

En el informe de la Comisión Europea de 2016 (COM, 2016) sobre la agenda de la economía colaborativa, se plantea la necesidad de que los Estados comiencen a regular estos nuevos modelos de negocio y protejan los derechos de los trabajadores, con el fin de que se garanticen condiciones laborales equitativas con una protección social adecuada. De manera contraria, se corre el riesgo de que las plataformas digitales transfieran sus riesgos a los trabajadores, desentendiéndose de su responsabilidad como empleadores. Sindicatos de Alemania, Austria y Suecia también buscan soluciones que eviten la extensión de los procesos de precarización del empleo que imponen estas nuevas formas de trabajo, estimulando el diálogo entre los trabajadores y los tomadores de decisiones en los respectivos países (Fair Crowd Work, 2018).

En países como Argentina y Brasil, se están produciendo debates acerca de cuáles son las consecuencias de estas nuevas formas de trabajo sobre la calidad de los empleos emergentes, lo cual aún genera grandes controversias y disputas entre los distintos actores involucrados. En principio, el Gobierno argentino y el de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se oponen al modelo estilo Uber, en particular, pero las opiniones son desconcertantes, pues se habla tanto de “dumping social” como de “competencia desleal” (Delgue, 2016).

Según Alain Supiot (en Delgue, 2016), la creciente “fragmentación del polo patronal” causa “problemas de identificación del empresario” y ello ocurre tanto en el plano fiscal,³ como respecto de las normas laborales. Un ejemplo de esto es la no existencia de una relación laboral entre el chofer o conductor socio y la empresa en Uber, donde la única vinculación es la aceptación de los términos y condiciones para el uso de la aplicación (Highton et al., 2017).

Los debates sobre las causas y los efectos de las formas laborales atípicas no están saldados. Algunos autores y actores involucrados plantean que ciertas formas de empleo atípicas, como las de tiempo determinado, podrían constituir una especie de primer paso hacia otros empleos de mayor calidad, al funcionar como períodos de prueba antes de convertirse en empleos de tiempo indeterminado. Otros, sin embargo, advierten que las formas atípicas de empleo podrían generar segmentación en el mercado de trabajo, en un escenario donde los trabajadores con contratos permanentes recibirían mayores salarios y mejores condiciones de empleo que los trabajadores temporarios. Además de estas posiciones, están quienes observan en los empleos a tiempo parcial formas de inserción que permiten la combinación de las actividades de trabajo con las de cuidado.

En lo que respecta a la normativa vigente, se presenta, por ejemplo, el Convenio núm. 175 sobre trabajo a tiempo parcial de la OIT, de 1994, que regula las condiciones de este tipo de empleo. En él se estipula que los trabajadores que se encuentran bajo ese sistema deben gozar de las mismas condiciones que el resto de los trabajadores. Luego, el Convenio núm. 158 sobre la terminación de la relación de trabajo, de 1982, regula el término de un vínculo laboral y determina que no deben utilizarse los contratos de duración determinada como mecanismo para evitar cumplir con las obligaciones de la protección y seguridad social de los trabajadores.

Por otra parte, la Recomendación núm. 198 establece que la política nacional de protección de los trabajadores debería combatir las relaciones de trabajo encubiertas. Y, finalmente, el Convenio núm. 181 sobre las agencias de empleo privadas, de 1997, regula el funcionamiento de las agencias privadas de empleo para que los empleados bajo este régimen puedan gozar de los mismos derechos y protección que el resto de los trabajadores, estableciendo algunas obligaciones para las agencias que los contratan.

Argentina adhiere a la mayoría de estas normas mediante la Ley de Contrato de Trabajo y, en general, su cumplimiento está regulado en cada celebración de las negociaciones colectivas, donde además se establece un máximo de trabajadores respecto del total que pueden trabajar a tiempo parcial por establecimiento. Sin embargo, el alcance de la regulación se limita al grupo de empleados registrados o formales, en tanto quedan excluidos los trabajadores informales. Por otra parte, existen mecanismos espurios y formas maliciosas de los empleadores para eludir las responsabilidades, quienes realmente cometen abusos sobre la fuerza de trabajo. Por ejemplo, mediante el uso de triangulaciones, como forma de reclutamiento laboral.

Según Maurizio (2016), el fenómeno del trabajo temporario resulta de mayor importancia que el empleo a tiempo parcial, pues se trata de un fenómeno que afecta mucho más a los trabajadores informales, a las mujeres, a los jóvenes y a los trabajadores con menores niveles educativos. El trabajo temporario genera una mayor inestabilidad en el puesto de

³ Por ejemplo, en Montevideo, Uruguay, Uber paga un canon mensual al Estado, que corresponde al valor impositivo debido de sus chóferes (*La Nación*, 2 de septiembre de 2017).

trabajo, además de penalidades salariales, tanto en Argentina como en el resto de los países de la región. Por lo tanto, las brechas salariales que se derivan de estas situaciones suelen constituir fuentes adicionales de desigualdad.

Anteriormente, las formas atípicas de empleo constituían más una excepción que la regla del mercado laboral, sin embargo, la proliferación de las tecnologías de la información y la comunicación viene desplazando a las modalidades conocidas. En consecuencia, se torna indispensable volver a pensar las regulaciones y actualizarlas en congruencia con los tiempos que corren, para procurar que la incorporación de nuevas tecnologías no se produzca en desmedro de las condiciones laborales y la calidad del empleo.

4. DESAFÍOS PARA LAS ORGANIZACIONES DE TRABAJADORES Y DE EMPLEADORES

Los trabajadores enmarcados en formas atípicas de empleo también corren el riesgo de ser excluidos de los derechos a la libertad sindical y a la negociación colectiva, ya sea porque su relación laboral no está contemplada dentro de la ley o porque tienen poca vinculación con un lugar de trabajo y se torna difícil su afiliación (OIT, 2017). Ante este panorama, es preciso preguntarse por la forma que tendrán que adquirir las organizaciones de los trabajadores y de los empleadores con el fin de garantizar la protección de las relaciones laborales emergentes.

En esta línea, son especialmente importantes los desafíos que deben enfrentar los sindicatos si desean estar a la altura de los cambios que se están produciendo en el mercado de trabajo mundial, dado que se vuelve central que las organizaciones de trabajadores afronten las nuevas problemáticas a partir de un enfoque consensuado y adaptado a las variadas transformaciones (OIT, 2017).

Si bien las nuevas formas de empleo también tienen aspectos similares con modalidades más tradicionales –por ejemplo, las dinámicas de control y dependencia entre el empleador y el empleado no presentan cambio alguno–, respecto de las diferencias que sí presentan unas formas y otras, los sindicatos deberán repensar y poner en discusión el paradigma tradicional de negociación colectiva, poniendo el foco más en el lugar donde se produce la relación laboral que en un empleador o sector específico.

Existen algunos ejemplos internacionales de acciones sindicales en respuesta a las transformaciones en el mundo del trabajo. En los Países Bajos, por ejemplo, los sindicatos lograron la formalización de contratos a tiempo parcial garantizando la igualdad de trato y acceso al sistema de seguridad social para todos los trabajadores contratados bajo esta modalidad. En la ciudad de Seattle (Washington, Estados Unidos), los trabajadores de servicios de transporte que se encuentran bajo condición de contratistas independientes se organizaron mediante una asociación de conductores que funciona con una aplicación. También, a partir de la red de conductores de Uber, se desarrolló una aplicación, creada por exconductores, que funciona como una Cooperativa con reparto de utilidades. Otro ejemplo es el del Sindicato alemán de empleados de servicios (German Service Workers Union), que creó una división de trabajadores independientes metalúrgicos alemanes, quienes concretaron una campaña de trabajo de colaboración horizontal justa para trabajadores con ocupaciones transitorias.

Son inciertos el modo y la perdurabilidad que tendrán estas experiencias, ya que no es posible saber, por el momento, si los trabajadores con empleos transitorios o atípicos serán categorizados como trabajadores contratados o como independientes y, en este sentido, tampoco se conoce si la normativa contemplará la posibilidad de que puedan afiliarse a un sindicato.

Aun así, estas incipientes experiencias representan un esfuerzo por incorporar las relaciones laborales que se encuentran por fuera de la normativa vigente. En estas situaciones, el diálogo social es central para llegar a un acuerdo sobre la posibilidad de garantizar buenas condiciones laborales a quienes forman parte de las cada vez más extendidas relaciones laborales atípicas, que emergen acompañando a las innovaciones tecnológicas.

Desde la perspectiva de los empleadores, la Organización Internacional de Empleadores (OIE, 2017) sostiene que las nuevas tendencias del mundo del trabajo requerirán que los trabajadores actualicen sus competencias a un ritmo más acelerado que el que se da en la actualidad, sin que ello implique necesariamente un aumento de los niveles de desempleo. Por el contrario, se estima que se podrían ofrecer nuevas oportunidades de trabajo, abrir nuevos mercados, equilibrar la vida laboral y personal e introducir nuevas oportunidades de ingresos.

En este marco, las empresas tendrían el desafío de enfrentarse a nuevas formas de empleo, a la polarización de competencias y a la adecuación de los marcos jurídicos, institucionales y de la protección social que permitan un aprovechamiento de las herramientas tecnológicas para innovar y aumentar la competitividad. Desde el punto de vista de las relaciones laborales, los modos de control se verán modificados, debido a la esperable proporción de trabajos remotos y dispersos, por lo que se tendrá que considerar la administración de los recursos humanos desde una perspectiva diferente, ya que el horario laboral perderá el poder de control que posee en la actualidad.

Posiblemente, las empresas requieran del apoyo de los Estados mediante el uso de programas o subsidios que faciliten las transiciones sin impactar en los niveles de empleo. Pero también será muy importante que el sistema educativo se adecue a las nuevas demandas del mercado de trabajo y se oriente a la producción, la creatividad y las nuevas habilidades demandadas (Accenture, 2015). Las empresas, junto con las universidades y los gobiernos, deberán enfocar sus esfuerzos en formular programas que garanticen la actualización permanente de los conocimientos y requerimientos de las futuras competencias (OIE, 2017).

5. EMPLEOS QUE SE PIERDEN Y EMPLEOS QUE SE GANAN A PARTIR DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

Un trabajo pionero en los intentos de cuantificación de las pérdidas de empleo producidas por el cambio tecnológico es el de Frey y Osborne (2013), que mide las pérdidas previstas en empleos de corto plazo para el caso de los Estados Unidos. El resultado del estudio fue revelador, al indicar que al menos un 47% de los puestos de trabajo registraron una alta probabilidad de ser sustituidos por tecnología, mientras que el 20% registró una probabilidad media y el 33% restante, una probabilidad baja.

Un detalle importante para tener en cuenta sobre el trabajo de Frey y Osborne es que los autores centran la atención sobre dos formas particulares del cambio tecnológico: a) aquello que ya se definió en este capítulo como *aprendizaje automático* o *inteligencia digital* y b) el caso de la *robótica móvil*. La metodología del estudio parte de medir el grado de computarización o automatización de las ocupaciones. Con ese propósito, para realizar el análisis, las ocupaciones fueron clasificadas según el grado de automatización que presentarían. Para ello se utilizó la encuesta O*NET (2010), que brinda una descripción de las tareas de cada ocupación, junto con los requerimientos de habilidades específicas, y se trabajó con un grupo de investigadores que de manera subjetiva y directa luego clasificó las actividades.

Una de las críticas más importantes realizadas al trabajo de Frey y Osborne consiste en que el estudio atribuye el mismo grado de sustituibilidad a los trabajadores de toda una ocupación, cuando, en verdad, esta se encuentra formada por varias tareas diferentes. Autor (2014; 2015), en cambio, señala que el grado de sustituibilidad no es el mismo para cada una de las tareas que conforman una misma ocupación. Por lo tanto, al ajustar, en estudios posteriores, tomando en cuenta esta característica, la cantidad de ocupaciones completas que pueden ser sustituidas desciende notablemente (Apella y Zunino, 2017 y Banco Mundial, 2016).

Otra de las críticas que se le hicieron al trabajo de Frey y Osborne es que estos autores midieron el potencial tecnológico de sustituibilidad pero no la sustitución real. En este sentido, Comin y Mestieri (2013) analizan el retardo en la adopción de la tecnología –lo que constituye un factor fundamental para tener en cuenta–, en los resultados de probabilidades más adecuadas, según el contexto institucional y productivo del que se trate. Esto se debe a que los retardos en la sustituibilidad dependen, entre otros varios factores, del cálculo de la rentabilidad de incorporar nuevas tecnologías. De este modo, la crítica más importante al estudio de Frey y Osborne (2013) se relaciona con lo que los autores evolucionistas describen como el *path dependence* y, además, con el contexto productivo e institucional.

Por otra parte, siempre resulta más caro sustituir ocupaciones cuyos salarios son muy bajos que ocupaciones con salarios más elevados. Por lo tanto, el costo relativo de los factores constituye una de las variables que influyen en dicho retardo tecnológico. Asimismo, existe otro tipo de dificultades que generan retardos en la adopción tecnológica y, por lo tanto, en la sustituibilidad de las ocupaciones, como los problemas legales y éticos de introducir nuevas tecnologías, en el sentido de que muchos se cuestionan acerca de cómo obrar ante posibles accidentes en los que estén involucrados los robots. En ese caso, surgen interrogantes tan serios, como ¿de quién sería la responsabilidad ética? y ¿quién responderá por los daños causados?

Otras críticas provienen de la tradición evolucionista, desde donde se advierte que la automatización depende de la informatización y que, a la vez, esta depende de las trayectorias pasadas respecto de la incorporación de tecnología previa. En este sentido, es probable que las economías, que ya han realizado saltos tecnológicos importantes en el pasado, sientan en menor medida los impactos de la automatización. Además, otros factores como los culturales y las diferencias en la organización del trabajo generarían diferencias en los perfiles de las ocupaciones, hecho que podría influir en el retardo de la adopción tecnológica.

Otro de los enfoques alternativos es el estudio de Arntz, Gregory y Ziernahn (2016), basado en el enfoque de las tareas en lugar de las ocupaciones. Además, estos autores diferencian entre la probabilidad de sustitución y las pérdidas reales, lo que los lleva a alcanzar resultados más moderados acerca del peligro de sustitución para un conjunto de países de la OCDE.

Una tendencia relacionada es la polarización (o “vaciamiento del mercado de trabajo”), que se da no solo en las economías avanzadas sino también –y cada vez más– en muchos países en vías de desarrollo. De hecho, la proporción del empleo en ocupaciones altamente calificadas ha aumentado, al igual que la proporción de puestos de trabajo poco calificados, lo que genera una clara tendencia a la polarización (Banco Mundial, 2016).

En cambio, la proporción del empleo de personas con calificaciones medias se ha ido reduciendo en la mayoría de los países en desarrollo de los que se dispone de datos. En general, este tipo de empleos a menudo están cerca de la parte superior de la distribución del ingreso específicamente en países de bajos ingresos, como ocurre en las naciones de África. Una excepción notable a estas tendencias globales es el caso de China, donde la creciente mecanización de la agricultura ha llevado a un aumento, tal vez solo temporal, de las tareas rutinarias de mano de obra de nivel medio. Las excepciones también abarcan a algunos países ricos en recursos naturales y exportadores de productos básicos. Esto incluye a varios países de Asia Central y de América Latina.

La explicación sobre la ocurrencia de estos cambios radica en que las máquinas pueden realizar cada vez más tareas rutinarias, de manera más rápida y barata que los seres humanos, además de que gran parte de lo que hoy se considera no rutinario –como la traducción, la suscripción de seguros o, incluso, los diagnósticos médicos– en un futuro cercano también podría hacerse por computadoras (Banco Mundial, 2016). Brynjolfsson y McAfee (2012) sostienen que, si bien se vienen realizando cambios importantes en la sustitución del trabajo humano por tecnologías, las habilidades cognitivas complejas y no rutinarias todavía tienen una ventaja sobre la automatización.

El trabajo de Frey y Osborne se ha replicado para diferentes países de todo el mundo con muy similares conclusiones, aunque existen diferencias en los porcentajes de puestos comprometidos, datos que se han puesto en evidencia a partir de los trabajos de Pajarinen y Rouvinen (2014), en Finlandia, Brzeski y Burk (2015), en Alemania, y Bowles (2014), para los países de la OCDE.

En particular, Apella y Zunino (2017) estudian las tendencias basadas en el nivel de empleo, según el tipo de tareas que los trabajadores realizan en sus ocupaciones, para contar con una aproximación sobre el posible impacto del cambio tecnológico sobre la demanda de trabajo. Estos autores advierten que los mercados de trabajo de Argentina y Uruguay no se encuentran exentos del proceso de cambio tecnológico.

La evidencia empírica indica que durante los últimos veinte años ha ocurrido un traspaso desde las tareas manuales hacia las tareas cognitivas. La proporción de ocupaciones que podrían experimentar una automatización significativa resulta más elevada en el caso de los países en desarrollo que entre los países más avanzados, donde muchos de los empleos considerados ya han desaparecido. Además, es probable que este tipo de cambio lleve más tiempo en los países de bajos ingresos, debido a que la mayoría de ellos continúa teniendo relativamente bajos niveles tecnológicos.

Sin duda, el cambio tecnológico está determinando una nueva estructura del mercado de trabajo, tanto respecto del volumen de empleo, como en su dinámica, los grados de educación requeridos o los niveles salariales. Los estudios mencionados comparten un rasgo entre sí: dejan latente el hecho de que el trabajo está tendiendo hacia la concentración en dos grandes grupos de tareas. Por un lado, las tareas manuales no rutinarias y, por el otro, aquellas relacionadas con la resolución de problemas no estandarizados a partir de poner en juego habilidades cognitivas y creativas. Según los datos del Banco Mundial (2016), desde

2000 se viene observando un incremento de la participación de las ocupaciones intensivas en habilidades cognitivas y socioemocionales en el empleo, mientras que las ocupaciones intensivas en habilidades rutinarias han disminuido en mayor proporción.

El panorama del empleo a nivel mundial, como producto de las transformaciones provocadas por el fenómeno del cambio tecnológico, indica que algunos trabajadores de nivel medio tendrán habilidades adicionales que les permitirán cambiar a ocupaciones no rutinarias mejor pagas, en las que la tecnología tiende a aumentar el capital humano y a hacer que los trabajadores calificados sean más productivos. En este caso, los trabajadores se beneficiarán gracias a la irrupción del cambio tecnológico. En los países en desarrollo, por ejemplo, los retornos a la educación son más altos entre quienes tienen educación terciaria, y son más altos y aumentan más rápidamente en aquellas ocupaciones que desarrollan un uso intensivo de TIC.

En cambio, las personas que no tienen tales habilidades necesitarán buscar trabajo en ocupaciones no rutinarias, pero menos calificadas, tales como servicios de conserjería, hospitalarios o servicios de cuidado personal. En este caso, la demanda de estos servicios podría aumentar, pero quizá no lo suficiente como para evitar una presión salarial a la baja, a medida que crezca la mano de obra disponible en estos sectores (Banco Mundial, 2016).

Muchos autores señalan la importancia de distinguir dos grandes grupos dicotómicos de tareas, que se combinan entre sí y que generan cuatro categorías de otras tareas que, por sus características, revisten distintas posibilidades de ser reemplazadas por nuevas tecnologías. En este sentido, Autor y Dorn (2013) distinguen entre las tareas cognitivas o manuales, por un lado y, por el otro, entre las rutinarias y las no rutinarias. Las nuevas tecnologías descritas pueden sustituir a las tareas rutinarias, sean estas cognitivas o manuales, mientras que las no rutinarias presentan menores probabilidades de ser automatizadas.

Aun así, el proceso de cambios dentro del universo de las ocupaciones no está cerrado, en el sentido de que la descomposición o subdivisión de las tareas no rutinarias está posibilitando la codificación y, por ende, la posibilidad de automatización, incluso en tareas que no parecían sufrir peligro de sustitución. Sin duda, estas aparentes sorpresas en el proceso de automatización están determinando importantes cambios en la estructura del mercado de trabajo.

6. TECNOLOGÍA Y EMPLEO EN ARGENTINA

En este apartado, siguiendo el enfoque de las tareas de Autor *et al.* (2003) y de Autor y Acomoglu (2011) que fuera mencionado anteriormente, se analiza el impacto de la tecnología sobre el empleo en el caso específico de las empresas industriales argentinas. Este enfoque resulta ser el más apropiado para analizar el cambio en la naturaleza de las ocupaciones, si bien se debe subrayar que no siempre se cuenta con información disponible para alcanzar una clasificación que sea comparable. Por lo tanto, durante el estudio se presentará una variante que intenta conservar el espíritu de estas clasificaciones.

El objetivo es analizar el comportamiento del empleo a partir de los datos recabados por la Encuesta Nacional de Dinámica del Empleo y la Innovación (ENDEI, 2015) que permite estudiar la dinámica del empleo por tareas, en empresas industriales argentinas que

realizaron innovaciones (I+D). La base de datos está compuesta por una muestra de 3691 empresas industriales, con establecimientos de 10 o más personas ocupadas, y recoge información del período 2010-2012.

Teniendo presente el propósito específico de este estudio, se tomó en cuenta la “dinámica laboral” de las empresas respecto de la creación, destrucción y reconversión del empleo. Así se consideraron como factores discriminantes la rama de actividad y el tamaño de las firmas.

En primer lugar, se clasificó a las empresas según hubieran realizado o no actividades de I+D (y, en este último caso, de qué actividades se trató, incluyendo la compra de tecnología). En segundo lugar, se procedió a seleccionar a aquellas firmas que hicieron actividades I+D y en ellas se analizaron las conductas respecto de los cambios producidos en sus ocupaciones. De esta manera, el conjunto de actividades I+D se convierte en un *proxy* de la variable “cambio tecnológico”. En tercer lugar, estas variables se cruzaron con el desempeño del empleo y los cambios ocupacionales registrados durante el período de análisis de la encuesta.

A lo largo del estudio, se utiliza el término “ocupación” como un conjunto de funciones, obligaciones y tareas que desempeña un individuo en su trabajo, oficio, profesión o puesto de trabajo, independientemente de la rama de actividad donde se desempeñe y de las relaciones que establezca con los demás agentes productivos y sociales (Breard, 2017). Este concepto es importante para trabajar uno de los dos efectos que impactan sobre el mercado de trabajo, específicamente aquel que se refiere a los cambios ocurridos en las ocupaciones.

Así se elaboró el indicador de *dinámica ocupacional*, que se divide en las tres diferentes posibilidades que a continuación se describen:

- 1) **solo se destruyeron puestos ocupacionales:** que abarca a las empresas que indicaron que en los últimos cinco años desaparecieron algunas ocupaciones y oficios, sin la incorporación de ocupaciones u oficios nuevos;
- 2) **solo se crearon puestos ocupacionales:** que abarca a las empresas que indicaron que en los últimos cinco años incorporaron algunas ocupaciones y oficios nuevos, pero no indicaron destrucción de ocupaciones u oficios viejos;
- 3) **reconvirtieron (al menos en parte) su estructura ocupacional:** se trata de las empresas que indicaron destrucción de viejos oficios y creación de nuevos.

El cuestionario de la ENDEI permite darle forma al indicador de dinámica ocupacional ya que contiene subpreguntas adicionales que permiten identificar el detalle de qué oficios u ocupaciones se crearon y cuáles se destruyeron, en cada caso.⁴ El detalle de las ocupaciones que se utilizará como referencia en esta sección es el que surge del Clasificador Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO), desarrollado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), a un dígito, que contiene nueve grandes grupos ocupacionales, los cuales permitirán obtener un detalle de la dinámica ocupacional estudiada.

⁴ Aquí se toma la clasificación realizada por el investigador Gerardo Breard, del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial, perteneciente a las Subsecretaría de Programación Técnica y Estudios Laborales del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, quien clasificó cada una de las respuestas cualitativas sobre el detalle de oficios u ocupaciones y las empalmó con la clasificación del CIUO/88/08 (Clasificador Internacional Uniforme de Ocupaciones) desarrollado por la OIT para su uso en comparaciones internacionales.

Entre las principales características del clasificador se destaca que está dividido en 10 grandes grupos.⁵ El principal criterio para crear los grandes grupos es el del nivel de competencias⁶ que se estima necesario para realizar las tareas específicas de cada conjunto. Luego, cada nivel se determina en función de la complejidad y diversidad de las tareas realizadas. Por un lado, se mide a partir del nivel de educación formal y, por el otro, se mide el nivel de formación en el empleo y el nivel de la experiencia previa que se considera necesaria (Breard, 2017).

Los nueve grandes grupos de ocupaciones a un dígito CIUO-08 son los siguientes:⁷

- 1) directores y gerentes,
- 2) profesionales científicos e intelectuales,
- 3) técnicos y profesionales de nivel medio,
- 4) personal de apoyo administrativo,
- 5) trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados,
- 6) agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros,
- 7) oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios,
- 8) operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores,
- 9) ocupaciones elementales.

El **Grupo 1** requiere los niveles de competencias más complejos, es decir, el **nivel de competencias 3**, que incluye tareas de carácter técnico y práctico con un mayor grado de complejidad, que requieren un conjunto de conocimientos en un área especializada, y el **nivel de competencias 4**, que representa el más alto nivel de competencias, donde las tareas implican la resolución de problemas complejos basándose en un amplio conocimiento en un área determinada. En este caso, se trata de tareas de diseño e investigación para desarrollar conocimientos de un área específica o bien la transmisión de conocimiento a otras personas.

El **Grupo 2** requiere el **nivel de competencias 4** y el **Grupo 3** requiere el **nivel de competencias 3**, ambos niveles que se describen en el párrafo anterior.

Los **Grupos 4 al 8** requieren el **nivel de competencias 2**, que requiere el manejo de maquinaria y de equipos electrónicos y mecánicos diversos, así como el manejo de información. Ello implica que es necesario saber leer información y redactar informes, así como realizar cálculos aritméticos simples, siendo estas tareas una parte central de la actividad.

⁵ El clasificador contiene un mayor grado de desagregación, que llega hasta los cuatro dígitos, pero en este trabajo se presenta la división a un dígito debido a que la muestra no resulta confiable con una división mayor.

⁶ El CIUO-08 define *competencia* como la capacidad para llevar a cabo tareas y cometidos correspondientes a un determinado empleo. Se utilizan dos dimensiones de competencias a fin de disponer las ocupaciones en grupos: el nivel de competencias y la especialización de las competencias. El *nivel de competencias* se define en función de la complejidad y diversidad de tareas y cometidos cuyo desempeño corresponde a una ocupación. La *especialización de las competencias* se considera en función del área de los conocimientos requeridos, las herramientas y maquinarias utilizadas, el material sobre el cual se trabaja o con el que se trabaja, así como la naturaleza de los bienes y servicios producidos.

⁷ Para una descripción más detallada, véase el Anexo de este capítulo.

Por último, las ocupaciones elementales conforman el **Grupo 9**, que es el menos calificado de todos y requiere el **nivel de competencias 1**, que implica desempeño físico, manual y rutinario. Se trata de tareas simples que suelen exigir fuerza y resistencia física.

Debido a cómo está diseñado el cuestionario de la ENDEI, solo se logró obtener información sobre la dinámica ocupacional (creación, destrucción y reconversión de ocupaciones) en el caso de las firmas que respondieron haber realizado innovaciones, pero no se pudo obtener una comparación de este indicador entre las empresas innovadoras y las no innovadoras. A continuación, se presentan los resultados más relevantes del análisis llevado a cabo.

La evidencia empírica sugiere que el cambio tecnológico resulta disruptivo para la estructura ocupacional del tejido industrial argentino. Sin embargo, lo que no se suponía tan obvio –y refuerza las hipótesis de los economistas evolucionistas– es que la dinámica del empleo de corto plazo resultó positiva para la mayoría de las actividades productivas y para el grupo de empresas que incorporaron innovaciones. Aun así se debe considerar que esta encuesta capta una aproximación acotada del fenómeno que se investigó anteriormente como cambio tecnológico, ya que se trata de un grupo de actividades de innovación que las empresas manifestaron realizar durante el período analizado.

Los grandes grupos de actividades consideradas aquí como innovación consisten en: investigación y desarrollo (I+D interna), subcontratación de I+D externa, adquisición de maquinarias y equipos, adquisición de *hardware* y *software* para innovación, transferencia tecnológica, capacitación para introducción de innovaciones, consultorías, diseño industrial e ingeniería interna. En tanto, de la manera como está formulada la pregunta dentro de la encuesta, no es posible detectar actividades más específicas o relacionadas con las nuevas tecnologías y formas de producción y comercialización analizadas anteriormente. De todos modos, por medio de esta información se obtiene un proxy de la variable “cambio tecnológico”, que permite indagar u obtener indicios acerca de los posibles cambios en el empleo y la estructura ocupacional, durante un período de tiempo acotado (2010-2012).

CUADRO 1.
EMPLEO Y EMPRESAS SEGÚN EL PERFIL INNOVADOR DE LAS FIRMAS

Perfil innovador	Empleo			Dinámica del empleo		Distribución del empleo (en %)	Distribución de las empresas (en %)
	2010	2011	2012	Empleo neto	Variación 2010-2012 (en %)		
Realizan actividades I+D	922.803	961.065	973.180	50.376	5,5	80,6	66
No realizan actividades I+D	229.052	232.056	228.075	-977	-0,4	19,4	34
No realizan actividades I+D	1.151.856	1.193.121	1.201.255	49.400	4,3	100	100

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos proporcionados por la ENDEI, MINCyT-MTEySS.

Desde un panorama más general de las empresas de la industria manufacturera argentina, es posible observar en el Cuadro 1 que el comportamiento del empleo durante el período cubierto por la encuesta creció en promedio un 4,3%, lo que corresponde a sumar 49.400 empleos. Es evidente que este crecimiento fue traccionado por las empresas que realizaron actividades de I+D. En este grupo, en particular, el empleo creció 5,5%, mientras que la dinámica del empleo para el grupo de empresas que no realizaron actividades I+D fue muy adversa, ya que entre ellas el empleo se redujo un 0,4%. Como conclusión, se aprecia que durante los tres años que están bajo análisis, el empleo promedio de las empresas que hicieron innovaciones representa a más del 80% del total, un porcentaje realmente elevado si se toma en cuenta que las empresas que realizaron innovaciones representan al 66% del total de la muestra.

CUADRO 2. DINÁMICA DEL EMPLEO SEGÚN LA CALIFICACIÓN OCUPACIONAL DE LOS EMPLEADOS DE LAS FIRMAS

Calificación ocupacional	Empleo total			Variación del empleo 2010-2012 (en %)	Empleo neto
	2010	2011	2012		
Calificación profesional	110.048	114.196	116.198	5,6	6.150
Calificación técnica	118.622	125.187	128.655	8,5	10.033
Calificación operativa calificada	434.370	448.043	456.679	5,1	22.309
Calificación operativa no calificada	485.466	501.931	496.451	2,3	10.985
Total	1.151.856	1.193.124	1.201.246	4,3	49.391

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos proporcionados por la ENDEI, MINCyT-MTEySS.

También, es interesante observar cómo se comporta el empleo según el tipo de calificaciones. En este sentido, el Cuadro 2 muestra que el empleo de los puestos de calificación técnica registró un ritmo de crecimiento más elevado, al alcanzar el 8,5%, es decir, casi el doble del crecimiento de las calificaciones profesional y operativa calificada. Sin embargo, en términos absolutos, los puestos de calificación operativa calificada fueron los que mayor cantidad de empleo neto generaron, al sumar unos 22.309 puestos nuevos de trabajo entre las puntas del período. Este dato indica que el ritmo de creación de puestos de trabajo es mucho menor para los puestos de clasificación operativa no calificada, lo que apoya las hipótesis de los trabajos empíricos revisados previamente acerca de las tendencias observadas en los cambios en las ocupaciones. Aun así, se debe señalar que los trabajadores de calificación operativa no calificada todavía presentan una mayoritaria participación en el empleo.

En este sentido, es pertinente preguntarse qué ocurre con el empleo en las empresas que luego de las innovaciones solo crearon nuevas ocupaciones y, lo mismo, para el grupo de las que solo destruyeron viejas ocupaciones. Finalmente, también es adecuado observar

la dinámica del empleo en aquellas firmas que llevaron adelante una reconversión de su estructura ocupacional.⁸

CUADRO 3. DINÁMICA DEL EMPLEO SEGÚN EL PERFIL INNOVADOR Y LA DINÁMICA OCUPACIONAL DE LAS FIRMAS

Perfil innovador y cambio ocupacional en las firmas		Empleo total			Variación del empleo 2010-2012 (en %)
		2010	2011	2012	
Realizan actividades I+D	No hicieron cambios	650.209	679.912	689.486	6,0
	Solo crearon puestos ocupacionales	209.648	216.404	218.840	4,4
	Solo destruyeron puestos ocupacionales	27.079	27.547	27.228	0,6
	Reconvirtieron su estructura ocupacional	35.868	37.201	37.626	4,9
No realizan actividades I+D		229.052	232.056	228.075	-0,4
Total		1.151.856	1.193.121	1.201.255	4,3

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos proporcionados por la ENDEI, MINCyT-MTEySS.

En el Cuadro 3 se advierte que el crecimiento del empleo fue mayor entre las empresas que no realizaron cambios en su estructura ocupacional, donde alcanzó a un 6%, lo que implica que gran parte del empleo está concentrado en aquellas firmas que hicieron innovaciones pero manifestaron no sufrir cambios en su estructura ocupacional. También se debe subrayar que el empleo tuvo una buena *performance* en los grupos de empresas que reconvirtieron su estructura ocupacional (4,9%) y en las que crearon nuevos puestos ocupacionales (4,4%).

Otro dato para resaltar es que el empleo fue destruido en el caso de aquellas empresas que no innovaron, por lo tanto, las que innovaron aportaron mucho más a la variación promedio del total. Mientras tanto, el empleo de las empresas que llevaron adelante algún cambio –ya sea creación, destrucción de puestos ocupacionales o ambas cosas a la vez (reestructuración ocupacional)– creció en promedio el 3,3%. El hallazgo más interesante sobre la totalidad del estudio es que el empleo creció en todos los grupos que hicieron innovaciones y cayó, aunque muy levemente, entre las firmas que no realizaron innovaciones. Por lo tanto, en este sentido, es posible concluir que el cambio tecnológico no afectó negativamente al empleo en el corto plazo, sino más bien todo lo contrario.

⁸ Las empresas que realizaron actividades I+D son el 66% del total de las empresas de la muestra. De este subgrupo, aproximadamente un 25% (que representa al 15% del total de la muestra) realizó algún tipo de cambio en su estructura ocupacional.

Resulta interesante para el presente análisis observar la dinámica de creación y destrucción de ocupaciones de las firmas activas en I+D. Respecto de este tema, es importante aclarar que solo el 15% de las empresas del total de la muestra ha respondido a aquellas preguntas que permiten reconstruir lo que en este estudio se denomina “dinámica ocupacional”, dato que coincide con el 25% de las empresas innovadoras.

Si bien no se cuenta con un parámetro de comparación de estos indicadores en el resto de la región o para países comparables con las estructuras productivas y ocupacionales de Argentina, lo cierto es que el 25% de las empresas innovadoras sufren consecuencias directas debidas a las decisiones de innovación que hayan tomado. Por lo tanto, resulta bien interesante prestar atención a este indicador, ya que podría brindar una perspectiva acerca de los posibles cambios en la estructura. Los porcentajes así obtenidos no son nada despreciables, si se toma en cuenta que se habla de comportamientos innovadores que representan un riesgo bastante elevado dentro del conjunto de decisiones de las empresas.

Si se toma en consideración la división de las ocupaciones para el mayor nivel de agregación a un dígito, de los nueve grandes grupos ocupacionales según la clasificación CIUO-08, se observa que las estrategias ocupacionales posteriores a las actividades de innovación generan, en mayor o menor medida, pérdidas y ganancias de las principales ocupaciones, según cuál sea la dinámica ocupacional adoptada (Cuadro 4).

Uno de los aspectos que no capta la encuesta se vincula con que se desconoce la matrícula inicial de ocupaciones de las empresas, por lo que no es posible saber desde qué dotación inicial se parte. Por lo tanto, con la ENDEI solo es posible captar los flujos de creación y destrucción de ocupaciones. Así y todo, se advierte que, respecto de la dinámica señalada por las empresas, el flujo total de ocupaciones arroja una creación neta de 515 nuevos puestos de trabajo u oficios para el período 2010-2012.

Entre las ocupaciones beneficiadas por la combinación de dinámicas innovadoras y ocupacionales activas por parte de las firmas, se destacan como ganadoras aquellas desempeñadas por los grupos profesionales científicos e intelectuales y por los técnicos profesionales de nivel medio, ya que las empresas han generado una creación neta de ocupaciones que coincide con estos grupos. Esto implica que los trabajadores con altos niveles cognitivos tienen mayores chances de ocupar puestos de trabajo, dadas las perspectivas de la dinámica industrial en Argentina.

Sin embargo, también se debe señalar que otro de los grupos ocupacionales favorecidos durante el período de análisis es el de los operarios de instalaciones y maquinarias, quienes si bien realizan tareas rutinarias y revisten un nivel cognitivo medio-bajo y un nivel medio de competencias ocupacionales continúan captando un buen espacio en el ritmo de creación neta de ocupaciones.

Por el contrario, en la carrera establecida por la dinámica de creación neta de ocupaciones, los trabajadores que se desempeñan en el grupo de ocupaciones elementales y de actividades primarias, como las agrícolas, resultan ser los grandes perdedores, debido a su bajo nivel cognitivo, el carácter rutinario y sencillo de las ocupaciones que desempeñan y porque han sufrido más reemplazos debido a la automatización de sus tareas. En este caso, se genera una mayor proporción de ocupaciones destruidas respecto de las creadas.

CUADRO 4.

FLUJO DE CREACIÓN Y DESTRUCCIÓN DE OCUPACIONES ENTRE LAS EMPRESAS INNOVADORAS QUE TUVIERON UNA DINÁMICA OCUPACIONAL ACTIVA POR GRANDES GRUPOS OCUPACIONALES

Grandes grupos de ocupaciones ⁹	Competencias y niveles cognitivos	Competencias	CIUO	Ocupaciones				Flujo neto
				Destruídas		Creadas		
				Cantidad	%	Cantidad	%	
Profesionales científicos e intelectuales	Alto nivel de competencia y cognitivo	Nivel 4	2	7	3,4	178	24,7	171
Técnicos y profesionales de nivel medio	Alto nivel de competencia y cognitivo	Nivel 3	3	7	3,4	149	20,6	142
Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores	Nivel de competencia medio y nivel cognitivo medio-bajo	Nivel 2	8	23	11,1	156	21,6	133
Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios	Nivel de competencia medio y nivel cognitivo medio-bajo	Nivel 2	7	137	66,2	183	25,3	46
Directores y gerentes	Alto nivel de competencia y cognitivo	Niveles 3 y 4	1	2	1,0	30	4,2	28
Personal de apoyo administrativo	Nivel de competencia medio y nivel cognitivo medio	Nivel 2	4	2	1,0	12	1,7	10
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	Nivel de competencia medio y nivel cognitivo medio	Nivel 2	5	3	1,4	5	0,7	2
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros	Nivel de competencia medio y nivel cognitivo medio	Nivel 2	6	3	1,4	0	0,0	-3
Ocupaciones elementales	Bajo nivel de competencia y cognitivo	Nivel 1	9	23	11,1	9	1,2	-14
Total				207	100	722	100	515

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos proporcionados por la ENDEI, MINCyT-MTEySS.

⁹ La clasificación de los grupos ocupacionales fue realizada por el equipo del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE) de la Subsecretaría de Programación Técnica y Estudios Laborales.

Si se analiza la misma información sobre la creación y destrucción neta de las ocupaciones pero, en este caso, se la divide por grupos de sectores industriales, es posible inferir cómo afectan los cambios ocupacionales derivados del comportamiento innovador de las firmas a la estructura sectorial del tejido industrial argentino.

El nuevo análisis, en este caso realizado sobre la agrupación de sectores productivos, se desenvuelve sobre una adaptación de la taxonomía elaborada por Katz y Stumpo (2001). Mediante este estudio, se aprecia que los sectores productivos de la industria automotriz tienen una apertura que no coincide exactamente ni con la CIU 2 dígitos revisión 3, ni con la CIU 3 dígitos revisión 3. Por lo tanto, estos sectores fueron reagrupados según sus características tecno-productivas y de intensidad en el uso de los factores.

Para realizar el análisis, se revisaron las taxonomías elaboradas por Katz y Stumpo (2001) y las modificaciones incorporadas por Porta, Santarcángelo y Schteingart (2014). Luego de realizar el ajuste, el grupo de “alimentos, bebidas y tabaco” coincide con ambas caracterizaciones (ramas 15 y 16). El grupo compuesto por los sectores “intensivos en ingeniería y complejo automotriz” está conformado por las ramas 23, 28, 29, 30, 31, 32, 34 y 35. En tanto, por otra parte, los sectores agrupados como “intensivos en mano de obra” coinciden con las ramas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24 y 36. Finalmente, el sector “intensivo en recursos naturales” está compuesto por las ramas 25, 26, 27 y 37.

CUADRO 5. FLUJO DE CREACIÓN Y DESTRUCCIÓN DE OCUPACIONES POR SECTORES INDUSTRIALES AGRUPADOS

Sectores industriales ¹⁰	Ocupaciones				Flujo neto
	Destruídas		Creadas		
	Cantidad	%	Cantidad	%	
Intensivos en ingeniería y complejo automotriz	79	38,2	282	39,1	203
Intensivos en mano de obra	85	41,1	250	34,6	165
Elaboración de alimentos, bebidas y tabaco	34	16,4	151	20,9	117
Intensivos en recursos naturales	9	4,3	39	5,4	30
Total	207	100	722	100	515

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos proporcionados por la ENDEI, MINCYT-MTEySS.

Los sectores productivos vinculados con las ramas de la ingeniería y el complejo automotriz, donde se encuentran, por ejemplo, las ocupaciones de los profesionales científicos, lideran claramente los flujos de creación neta de nuevas ocupaciones. Sin embargo, un dato que no debería pasar inadvertido da cuenta de que en estos sectores también se produjeron altas destrucciones de puestos ocupacionales obsoletos. Efectivamente, el dato interesante radica en que los sectores intensivos en mano de obra presentaron una buena *performance*

¹⁰ La agrupación de sectores productivos se realizó a partir de una adaptación de la taxonomía elaborada por Katz y Stumpo (2001).

de creación neta de nuevas ocupaciones, por lo que, si bien se trata de los sectores que más destruyeron ocupaciones viejas, también compensaron fuertemente esas pérdidas con la creación de nuevas ocupaciones.

Luego, el sector que ocupa el siguiente puesto en esta dinámica es el de la elaboración de alimentos y tabacos, el cual no se encuentra tan lejos de los líderes debido más a una destrucción menor que al ritmo de creación de ocupaciones, por lo que es factible inferir que, en el futuro, la distancia entre los dos primeros grupos y los dos últimos podría aumentar.

Claramente, los sectores intensivos en la explotación de recursos naturales presentan la creación de ocupaciones neta más moderada, lo que deja a los trabajadores que pertenecen a este sector entre los más susceptibles de verse perjudicados por la dinámica ocupacional futura de las empresas.

Finalmente, si se toma el cruce entre la creación y la destrucción neta de empleos, por tamaño de la firma, se obtiene una clara evidencia de que la probabilidad de alcanzar mejores oportunidades para los trabajadores, considerando la *creación neta de ocupaciones*, se correlaciona directamente con el tamaño de las firmas. Sin embargo, se deberá tener presente que esta conclusión está condicionada por el hecho de que en la medida que se observan firmas de mayor tamaño, las probabilidades de que estas tengan una dinámica ocupacional más activa aumentan tanto como lo hacen las actividades I+D.

CUADRO 6. FLUJO DE CREACIÓN Y DESTRUCCIÓN DE OCUPACIONES POR TAMAÑO DE LAS FIRMAS

Tamaño de empresa	Ocupaciones				Flujo neto
	Destruídas		Creadas		
	Cantidad	%	Cantidad	%	
Grande	46	22,2	261	36	215
Mediana	76	36,7	285	39	209
Pequeña	85	41,1	176	24	91
Total	85	41,1	176	24	91

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos proporcionados por la ENDEI, MINCYT-MTEySS.

Resulta importante hacer una última aclaración a propósito de la lectura de la dinámica de las ocupaciones, ya que la creación y destrucción de ocupaciones por parte de las empresas que realizan actividades I+D no implica necesariamente que se observe un patrón similar en términos de empleo.

Lamentablemente, la fuente de datos consultada no permite realizar este cruce, pero lo que queda claro con el análisis de la dinámica ocupacional es cómo se ve afectada la estructura ocupacional de las firmas, en general, y, además, según los sectores productivos y el tamaño al que pertenece cada firma. Estos indicadores resultan sumamente útiles a la

hora de indagar en qué tipo de ocupaciones, sectores productivos y tipos de firmas se abrirán oportunidades de empleo y en cuáles se pondrán en peligro las ocupaciones actuales.

7. CONCLUSIONES

Como señala Nübler (2016), si bien el futuro es incierto, los temas centrales para analizar el impacto de las nuevas tecnologías sobre el mundo del trabajo consisten en comprender el vínculo entre las nuevas tecnologías, las innovaciones y los empleos, así como en identificar las fuerzas y los mecanismos que tanto destruyen como crean los empleos.

El objetivo del presente capítulo fue realizar un aporte descriptivo acerca de cuáles son los rasgos más sobresalientes en términos de cambio tecnológico, colaborando con la idea evolucionista de que estamos en el centro de una revolución tecnológica sin precedentes, que nos obliga a pensar estrategias desde las instituciones, para dar acompañamiento a los cambios.

Así se presentaron los debates que se desarrollan tanto entre quienes son pesimistas respecto del rol que juega el cambio tecnológico sobre los empleos, como de aquellos otros actores que ven en esta disrupción ventanas de oportunidades para ser aprovechadas en busca de especializarse en empleos de mayor calidad.

También se aportó una somera memoria sobre los estudios empíricos que tematizan los efectos del cambio tecnológico y el empleo. Para ello, se trabajó desde autores como Apella y Zunino (2017), quienes, siguiendo la metodología de Frey y Osborne (2013), concluyen que la estructura ocupacional argentina tiende a la polarización o segmentación, como producto de la evolución tecnológica en la estructura productiva, entre otras posturas y análisis. Además, se presentó un resumen del Informe del Banco Mundial (2016), donde se plantea que Argentina es uno de los países con mayor probabilidad de automatización, respecto del resto de otros países para los que se efectuó la medición.

A partir de observar a las empresas que hicieron actividades de innovación y de los datos suministrados por la ENDEI (2015), fue posible observar algunos indicios acerca de la relación entre el cambio tecnológico, el cambio ocupacional y el empleo. Así se comprobó que evidentemente las empresas que realizan actividades de I+D obtuvieron una muy buena *performance* en términos de creación de empleo. Por otra parte, fue posible percibir que tales empresas explican el 80% del empleo total de las firmas que formaron parte de la muestra. Por lo tanto, ello permite inferir que el perfil innovador activo resulta positivo para el nivel y el ritmo de creación de empleo en el corto plazo, siempre tomando en cuenta que la encuesta indaga el período 2010-2012.

Otra evidencia que se manifiesta consiste en que los grupos de trabajadores que registran los mayores niveles de calificación, sobre todo los técnicos, vienen ganando la carrera con la tecnología en términos de ritmo de creación de empleo. Sin embargo, también se debe mencionar que el peso relativo de los puestos de menor calificación, como los ocupados por tareas operativas, continúa explicando la mayor parte de la estructura del empleo.

En general, son las empresas que aplicaron I+D las que explican en mayor medida el crecimiento del empleo. Luego, si se observa el interior de este grupo, se identifica que quienes no realizaron cambios en su estructura ocupacional fueron las firmas que aportaron

mayores ganancias en términos de crecimiento del empleo. Si bien no es despreciable el desempeño de aquellas otras empresas que solo crearon nuevos puestos de trabajo o que sí hicieron modificaciones de su estructura ocupacional.

Si se considera la creación neta de ocupaciones, los grupos de ocupaciones de mayor nivel cognitivo obtienen mayores posibilidades de mejora, ya que es en estos grupos donde se registran las mayores creaciones netas de ocupaciones nuevas, mientras que las ocupaciones elementales y de menor nivel cognitivo están perdiendo ocupaciones que no logran ser reemplazadas por otras nuevas.

Respecto de los grupos de sectores según su perfil productivo, se observa que las ramas asociadas con las ingenierías y el complejo automotriz generaron el mayor flujo de nuevas ocupaciones. Seguramente en el futuro, cuando se obtengan datos para períodos más prolongados de tiempo, que permitan indagar estos cambios en diferentes contextos macroeconómicos, será necesario cruzar estas variables con la posible influencia del ciclo económico, además de con otros parámetros de la macroeconomía, como la apertura a los mercados o la política cambiaria, para comprender más cabalmente cuáles son los factores que explican estos comportamientos. Por lo pronto, se concluye que los trabajadores de las ramas de estos sectores productivos son los que mayores oportunidades ocupacionales alcanzan.

Las conclusiones preliminares permiten inferir que la relación entre el cambio ocupacional y el empleo es ciertamente compleja. En todo caso, lo que es pertinente afirmar, a partir de los datos empíricos analizados para un período de tiempo muy corto, es que no necesariamente el cambio tecnológico es negativo para el empleo y que, en todo caso, resultaría auspicioso indagar en profundidad cómo se reparten las pérdidas y las ganancias de empleos y ocupaciones, con un modelo teórico que alcance mayor complejidad en el futuro.

De todas maneras, efectivamente se comprueba que lo que se impone es un nuevo paradigma tecnológico, que modifica la manera en la cual funciona el mercado de trabajo, como se puede apreciar a partir, por ejemplo, de la emergencia de la economía colaborativa. Estos cambios en el mercado de trabajo exigen transformaciones de las normas laborales, que permitan prevenir o evitar una precarización en las nuevas modalidades laborales y sus formas de contratación. En este sentido, también se requiere una reforma de las instituciones claves del mercado de trabajo, del sector público y de los actores sociales involucrados (es decir, principalmente, de los sindicatos y de las organizaciones de los empleadores).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acemoglu, D. y Autor, D. 2011. “Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings”. *Handbook of Labor Economics*, Vol. 4, Part B, Orley Ashenfelter y David Card (ed.), 1043-1171. Amsterdam, Elsevier.
- Albornoz, F. 2002. “Los efectos de la innovación sobre la cantidad y calidad del empleo industrial en Argentina: sustitución importada y una complementación trunca”, en Bisang, R., Lugones, G. y Yoguel, G. (comps.), *Apertura e innovación en la Argentina: para desafiar a Vernon, Schumpeter y Freeman*. Buenos Aires, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) y Centro REDES, Miño y Dávila.
- Apella, I. y Zunino, G. 2017. *Cambio tecnológico y el mercado de trabajo en Argentina y Uruguay. Un análisis desde la perspectiva de tareas*. Buenos Aires, Banco Mundial.
- Arntz, M., Gregory, T., Zierahn. 2016. “The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. A Comparative Analysis”. *Social, Employment and Migration Working Papers 1815-1990*, OCDE.
- Autor, D. y Dorn, D. 2013. The Growth of Low-skill Service Jobs and the Polarization of the us Labor Market: Dataset. *American Economic Review*, Vol. 103, no. 5, pp. 1553-97.
- Autor, D., Levy, F., Murnane, R. 2003. “The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration”. *The Quarterly Journal of Economics* 118(4): pp. 1279-1333.
- Banco Mundial. 2016. Informe sobre el Desarrollo Mundial 2016: dividendos digitales. Cuadernillo del Panorama General. Washington D.C., Banco Mundial.
- Beccaria, L. 2013. Perspectiva de políticas de formalización de la economía informal en Argentina. Trabajo presentado en la Primera Reunión de Estudios de Instituciones y Políticas Laborales en América Latina (REIPAL). Santiago de Chile.
- Berg, J. 2016. La seguridad de ingreso en la economía bajo demanda: conclusiones y lecciones políticas de una encuesta sobre trabajadores *on line*. ILO Conditions of Work and Employment Series, Documento de trabajo N° 74.
- Berg, J. y de Stefano, V. 2016. “¿Se quiere mejorar el crowd work? Entonces hay que regularlo”. *Global Labour Column*, N° 240, junio de 2016. Tomado de: http://www.global-labour-university.org/fileadmin/GLU_Column/ES_papers/GLU240sp.pdf
- Bertranou, F., Casanova, L., Sarabia, M. 2012. *Caracterización y políticas asociadas a la caída reciente de la informalidad en Argentina*. Buenos Aires, OIT.
- Botsman, R. y Rogers, R. 2011. *What’s Mine is Yours: How Collaborative Consumption is Changing the Way We Live*. London, Collins.
- Bowles, J. 2014. *The Computerization of European Jobs*. Brussels, Bruegel.
- Breard, G. 2017. *Relaciones entre comportamiento ocupacional y creación de empleo calificado en empresas del sector industrial que realizaron esfuerzos de innovación durante el período 2010-2012. Una exploración cualitativa*. Santiago de Chile, CEPAL (pendiente de publicación).

- Brynjolfsson, E. y McAfee, A. 2011. *Race Against the Machines: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. Boston, The MIT Center for Digital Business, Research Brief.
- Brzeski, C. y Burk, I. 2015. “Die roboter kommen. Folgen der automatisierung für den deutschen arbeitsmarkt”, en *The Robots Come. Consequences of Automation for the German Labour Market*. ING DiBa Economic Research.
- Buenadicha, C. y Molina, E. 2017. ¿Conoces los trabajos de la economía Gig? Fomin BID. Tomado de: [https://www.fomin.org/es-es/PORTADA/Noticias/article-details\(es-ES\)/ArtMID/19154/ArticleID/12876/191Conoces-los-trabajos-de-la-econom237a-gig.aspx](https://www.fomin.org/es-es/PORTADA/Noticias/article-details(es-ES)/ArtMID/19154/ArticleID/12876/191Conoces-los-trabajos-de-la-econom237a-gig.aspx)
- Bulchand Gidumal, J. y Melián González, S. 2017. “Firma invitada. Empresas, profesionales y particulares en la economía colaborativa”. *Revista Retina*. España. Tomado de: https://retina.elpais.com/retina/2017/04/12/innovacion/1492013193_130130.html
- CAF. 2016. “Perspectivas económicas de América Latina 2017. *Revista Juventud, Competencias y Emprendimiento*.”
- Castaldi, C. y Dosi, G. 2010. “Technical Change and Economic Growth: Some Lessons from Secular Patterns and Some Conjectures on the Current Impact of ICT”, en *Innovation and Economic Development. The Impact of Information and Communication Technologies in Latin America*. Santiago de Chile, CEPAL y Edwar Elgar Publishing Inc.
- Castells, M. 1997. “La era de la información”, en Tomo 1: *Economía, sociedad y cultura*. Madrid, Alianza Editorial.
- CETyD-UNSAM, FIDE. 2017. Innovaciones tecnológicas y empleo en el sector bancario: análisis preliminar de impacto (nota interna).
- Cimoli, M., Dosi, G. Stiglitz, J. 2008. “The Future of Industrial Policies in the New Millennium. Toward Knowledge-centered Development Agenda”. LEM Working paper series, N° 19.
- Cimoli, M. y Primi, A. 2005. “Redes y jerarquías. Un modelo para el diseño de las políticas tecnológicas en América Latina”, en Cimoli, M., García, B., Garrido, C. (coord.), *El camino latinoamericano hacia la competitividad. Políticas públicas para el desarrollo productivo y tecnológico*. México, Siglo XX Editores.
- _____. 2008. “El diseño y la implementación de las políticas tecnológicas en América Latina: un (lento) proceso de aprendizaje”, en Valenti, G., Casalet, M., Avaro, D. (coord.), *Instituciones, sociedad del conocimiento y mundo del trabajo*. México D.F., FLACSO México, Plaza y Valdés Editores.
- Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones - CIUO (1988-2008). Disponible en: <http://www.ilo.org/public/spanish/bureau/stat/isco/>
- COM. 2016. *Una Agenda Europea para la economía colaborativa*. Bruselas, Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones 356 final, Bruselas 2-6-2016.
- Comin, D. y Mestieri, M. 2013. “If Technology has arrived Everywhere, Why has income Diverged?”. NBER Working Paper 19010.
- Delgue, J.R. 2016. “UBER desembarca en América Latina”. *Cielo laboral*. Tomado de: http://www.cielolaboral.com/wp-content/uploads/2016/05/raso_n4_2016_def.pdf

- Denning, P. y Metcalfe, R. 1997. *Beyond Calculation. The Next Fifty Years of Computing*. New York, Springer-Verlag.
- Dosi, G. 1982. “Technological Paradigms and Technological Trajectories”. *Research Policy*, Vol 11, N° 3.
- Fair Crowd Work. 2018. *Shedding light on the real work of crowd-, platform-, and app-based work*. Sitio de Internet Fair Crowd Work, Proyecto conjunto por IG Metal, Austrian Chamber of Labour, Austrian Trade Union Confederation y Unionen. Tomado de: <http://faircrowd.work/>
- Freeman, C. 2001. “A Hard Landing for The ‘New Economy’? Information Technology and The United States National System of Innovation”. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 12, N° 2, julio de 2001, Elsevier.
- Frey, C. y M. Osborne. 2013. “The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?” Oxford, Oxford University Paper.
- Friedrich Ebert Stiftung. 2017. Digitalización y futuro del trabajo. Sinopsis del estudio *Trabajar 4.0*, elaborado por el Ministerio Federal de Trabajo de Alemania. Análisis N° 20-2017.
- Hawking, S. 2016. “This is the Most Dangerous Time for our Planet”. *The Guardian*, 1° December 2016.
- Highton, C., Highton, M., Perrey Murray y Ramírez. 2017. “El caso UBER, desde el punto de vista de la legislación laboral argentina”. Directorio de Estudios Jurídicos. Tomado de: <http://www.abogados.com.ar/el-caso-uber-desde-el-punto-de-vista-de-la-legislacion-laboral-argentina/20033>
- Katz, J. y Stumpo, G. 2001. Regímenes competitivos sectoriales, productividad y competitividad internacional. CEPAL, Serie Desarrollo Productivo N° 103.
- *La Nación*. 2017. “La firma pide que se discuta una regulación”. 2 de septiembre de 2017. Tomado de: <http://www.lanacion.com.ar/2058993-la-firma-pide-que-se-discuta-una-regulacion>
- Lucas, R. 1988. “On the Mechanics of Economic Development”. *Journal of Monetary Economics*, 1988, vol. 22, issue 1, pp. 3-42.
- Lundvall, B. 1992. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London, Pinter Publishers.
- Maurizio, R. 2016. Formas atípicas de empleo en América Latina: incidencia, características e impactos en la determinación salarial. OIT, Documento de trabajo, Serie Condiciones de Trabajo y Empleo N° 76.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. 2015. Encuesta Nacional de Dinámica del Empleo y la Innovación - ENDEI 2015. Buenos Aires, MTEySS.
- Moravec, H. 1988. *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*. Harvard, Harvard University Press.

- Novick, M., Rojo, S., Rotondo, S., Yoguel, G. 2009. “The Complex Relation between Innovation and Employment”. EULAKS International Conference: Latin American and European Perspectives on the Social Science - Policymaking Nexus in the Evolving Knowledge Society. Vienna, Austria.
- Novick, M., Rotondo, S. y Yoguel, G. 2011. “Cambio estructural, conductas tecnológicas y empleo. El tránsito hacia un estudio más complejo de las TIC en Argentina”, en Novick, M. y Rotondo, S. (eds.), *El desafío de las TIC en Argentina*. Santiago de Chile, CEPAL.
- Nübler, I. 2016. New Technologies: A Jobless Future or Golden Age of Job Creation? Ginebra, ILO, Research Department, Nota informativa N° 3. Tomado de: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_543159.pdf
- OIE. 2017. Entender el futuro del trabajo. Documento de posición de la OIE. Tomado de: http://www.ioe-emp.org/fileadmin/ioe_documents/publications/Policy%20Areas/future_of_Work/EN/_2017-02-03__IOE_Brief_-_understanding_the_Future_of_Work__full_publication_-_web__print_version.pdf
- OIT. 2013. Memoria del Director general sobre el concepto de trabajo decente. Conferencia Internacional del Trabajo, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra. Tomado de: <http://www.oit.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc87/rep-i.htm>
- _____. 2016. *El empleo atípico en el mundo. Retos y perspectivas*. Ginebra. OIT. Tomado de: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_534522.pdf
- Pacheco Jiménez, M. 2016. “La web 2.0 como instrumento esencial en la economía colaborativa: auge de negocios de dudosa legalidad”. *Revista CESCO de Derecho de Consumo* N° 17/2016. Tomado de: <https://cesco.revista.uclm.es/index.php/cesco/article/view/1055/870>
- Pajarinen, M. y Rouvinen, P. 2014. “Computerization Threatens one Third of Finnish Employment”. ETLA Brief, N° 22.
- Pérez, C. 1985. “Cambio estructural y asimilación de nuevas tecnologías en el sistema económico y social”. *Futures*, vol. 15, N° 4, octubre 1985.
- _____. 2002. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham, Edward Elgar.
- _____. 2008. “Una visión para América Latina: dinamismo tecnológico e inclusión social mediante una estrategia basada en los recursos naturales”. *Globelics*, Working Papers Series, N° 08-04.
- Pérez, C. y Soete, L. 1982. *Catching up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity*. Maastricht, Maastricht University, Open Access Publications from Maastricht University.
- Rifkin, J. 1995. *El fin del trabajo. Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era*. México D.F., Paidós.
- Rodríguez, J.M. 2017. *Transformaciones tecnológicas, su impacto en el mercado de trabajo y retos para las políticas del mercado de trabajo*. Santiago, CEPAL.

- Roitter, S., Erbes, A., Trajtemberg, L. 2008. Determinantes cíclicos y estructurales del comportamiento de las firmas metalmeccánicas argentinas frente al empleo durante los '90. 8° Congreso de ASET, Buenos Aires, Argentina.
- Romer, P.M. 1986. "Increasing Returns and Long run Growth". *Journal of Political Economy*, N° 94.
- Scarpetta, S. 2016. "What Future for Work?". *OECD Observer*, N° 305/1. Tomado de: <http://iipdigital.usembassy.gov/st/spanish/inbrief/2014/03/2014>
- Schteingart, D., Porta, F., Santarcángelo, J. 2014. "Excedente y desarrollo industrial: situación y desafíos". CEFIDAR, vol. 59.
- Schwab, K. 2016. The Fourth Industrial Revolution. Geneva, World Economic Forum.
- Suárez Vergne, A. 2016. "¿Qué es la economía colaborativa? Una mirada desde el posmodernismo". Tomado de: <http://sociologos.com/2016/06/21/la-economia-colaborativa-una-mirada-desde-posmodernismo/>
- Sundararajan, A. 2017. "Capitalismo colaborativo", en *Robotlución. El futuro del trabajo en la integración 4.0 de América Latina*. Buenos Aires, BID-Planeta.
- Vivarelli, M. 1995. The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence. Aldershot, Elgar.
- Yoguel, G. 2015. Presentación del artículo de Luc Soete y Carlota Pérez. 1982. "Catching-up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity. Reeditado por *Rev. Bras. Inov., Campinas* (SP), 14 (2), pp. 267-288, julio/diciembre de 2015.

ANEXO. LISTA DE LOS GRUPOS DE OCUPACIONES SELECCIONADOS SEGÚN EL CLASIFICADOR INTERNACIONAL UNIFORME DE OCUPACIONES (CIUO)

1) Directores y gerentes

Comprende las profesiones cuyas funciones principales consisten en elaborar, dirigir, coordinar y evaluar actividades de empresas, de gobiernos y de las unidades que los componen, así como revisar las leyes que los regulan.

2) Profesionales científicos e intelectuales

Incluye las ocupaciones cuyas funciones principales consisten en ampliar el acervo de conocimiento de la humanidad, así como también transmitirlo de manera sistemática y aplicar los conceptos científicos o artísticos.

3) Técnicos y profesionales de nivel medio

En este caso se requieren conocimientos técnicos y experiencia de una o varias disciplinas de las ciencias físicas y biológicas o de las ciencias sociales y las humanas. Los técnicos y profesionales de nivel medio realizan tareas asociadas con la aplicación de conceptos y teorías científicas o artísticas.

4) Personal de apoyo administrativo

Abarca las tareas de grabación, organización y almacenamiento de información, así como las tareas de apoyo en conexión con la manipulación de dinero y el arreglo de citas, entre otras.

5) Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados

Estos trabajadores proveen servicios de protección y seguridad relacionados con el transporte y la protección contra delitos, así como trabajos domésticos y de cuidado personal, a la vez que realizan actividades relacionadas con la venta de mercancías en comercios o mercados, entre otros.

6) Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros

Tienen como principales tareas la cría y caza de animales y peces, la conservación y tala de bosques; el almacenaje, la carga y el procesamiento simple de lo que producen, así como también la venta de los productos a los distribuidores.

7) Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios

Estos trabajadores aplican conocimiento técnico y práctico, así como habilidades de tipo manual para construir y mantener edificaciones de diversa índole, para la producción y el mantenimiento de maquinaria y equipo, y diversos productos y artesanías. Se requiere la comprensión del proceso productivo y la capacidad de utilizar maquinarias y herramientas específicas.

8) Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores

Los trabajadores de este grupo operan y monitorean maquinaria industrial y agrícola, manejan trenes, vehículos motorizados y equipo móvil. Se requiere la capacidad de comprender la maquinaria y el equipo industrial, así como adaptarse a las innovaciones tecnológicas.

9) Ocupaciones elementales

Abarca tareas simples y rutinarias, que requieren el uso de herramientas manuales y un esfuerzo físico considerable. Forman parte de este grupo las tareas de limpieza, reposición y mantenimiento básico de edificios. También abarca tareas simples relacionadas con la preparación de alimentos, minería, construcción y pesca, entre otras.

CAPÍTULO 2

PARENTESCO DE HABILIDADES Y NUEVOS SECTORES ECONÓMICOS. UN ANÁLISIS EXPLORATORIO PARA ARGENTINA*

SERGIO DE RACO
LUCÍA TUMINI
CHRISTOPH ERNST

* Este capítulo ha sido realizado con la colaboración de Nicolás Walovnik.

INTRODUCCIÓN

El proceso de diversificación productiva y cambio estructural requiere de la construcción de nuevas habilidades y competencias colectivas. Sin embargo, este proceso constituye un sendero dependiente. Esto quiere decir que el desarrollo de las nuevas habilidades está ligado a una base de competencias previas.

El objetivo del presente capítulo es aportar elementos para la caracterización de las habilidades colectivas existentes en el mercado de trabajo de Argentina y explorar el potencial diversificador que tienen los nuevos sectores económicos que emergen a partir de los cambios tecnológicos en curso y de cómo se modifican los procesos productivos. Aquí se propone analizar si la base existente de conocimientos y competencias ocupacionales ofrece las habilidades necesarias para diversificar y desarrollar nuevas tecnologías y nuevos productos, en principio más complejos y tecnológicamente sofisticados, que conllevan el potencial de crear una nueva base productiva nacional que presente mayor productividad, diversificación y competitividad.

En la misma línea de otros capítulos de este libro, que indagan acerca de los cambios tecnológicos y sus implicancias para la economía y el mercado laboral, en este capítulo se realiza un análisis exploratorio de las competencias ocupacionales existentes en Argentina, considerando la distancia que estas guardan con las nuevas tecnologías. Para ello se utiliza el “indicador de parentesco de habilidades”, elaborado por Neffke y Henning (2013) a partir de la información disponible sobre flujos de empleo. Este indicador parte del supuesto de que la movilidad de los trabajadores entre diferentes ramas de actividad se explica a partir de la existencia de similitudes o “parentescos” entre los procesos productivos y entre las habilidades laborales requeridas en cada caso. Por lo tanto, puede considerarse que dos sectores cualesquiera se vinculan a través de las características del recurso que utilizan, en este caso, la mano de obra. Luego, a mayor grado de similitud, más relacionados o próximos estarán estos sectores y, a un menor grado de similitud, mayor será la distancia entre ellos.

En un estudio más reciente (Neffke *et al.*, 2017), se demuestra que los efectos del parentesco de habilidades son estadísticamente significativos y sustanciales en un sentido económico. Esto quiere decir que se ha corroborado que la probabilidad de que una empresa diversifique sus tareas hacia otra actividad aumenta más de cien veces en el caso de aquellas firmas que se orientan hacia actividades con parentesco de habilidades, respecto de aquellas otras que no demuestran parentesco. El estudio aportó evidencia positiva específicamente para dos hipótesis de base: la primera expresa que las empresas se diversifican hacia nuevas actividades que están estrechamente relacionadas en habilidades o conocimiento respecto de su actividad principal. La segunda hipótesis propone que el efecto del parentesco de habilidades sobre la

diversificación de la empresa es sustancialmente mayor que otros tipos de relaciones entre ramas de actividad, como la proximidad de productos, las cadenas de valor o, incluso, aquellas vinculaciones establecidas por los sistemas de clasificación de la actividad industrial.

Con este fin, se analizaron los flujos de empleo entre 417 ramas de actividad diferentes, a partir de los datos de empleo de los aproximadamente 5,6 millones de personas registradas en el sector privado en Argentina entre 2009 y 2014. El estimador de parentesco que se utilizó no se limita al sector manufacturero, sino que también cubre a los servicios, a los sectores primarios, a la construcción y al comercio. El indicador muchas veces confirma la intuición de los encadenamientos productivos, o las formas de agrupamiento de actividades según los clasificadores industriales, aunque también vincula sectores de forma no evidente. Por otra parte, la relación de habilidades entre sectores revela una compleja red de vínculos interindustriales que, por cierto, es diferente de la rígidamente anidada jerarquía de un sistema de clasificación estándar.

El presente capítulo está organizado en cinco secciones. En la primera sección, se expone el concepto de *parentesco de habilidades*. En la segunda, se presenta la información empírica destinada a la realización de las estimaciones. En la tercera sección, se explica detalladamente la metodología utilizada, incluyendo la construcción del indicador y los métodos de agrupamiento empleados. En la cuarta sección, se desarrollan los resultados, que muestran tanto la caracterización de los grupos conformados con todos los sectores de actividad, como el análisis del mapa de interrelaciones de los nuevos sectores de actividad en el resto del entramado productivo, junto con su potencial de diversificación. Por último, en la quinta sección, se incluyen los comentarios finales al trabajo realizado.

1. INDICADORES DE PARENTESCO INTERINDUSTRIALES

El principio de “parentesco” (en inglés, *relatedness*) entre actividades económicas se refiere a la relación o cercanía entre actividades según compartan un mismo tipo de habilidades o competencias laborales. Detectar este tipo de relación, en principio, facilitaría la planificación de la diversificación de las unidades productivas incluso entre actividades diferentes. Resulta esperable que las actividades con alto grado de parentesco sean más aptas para la diversificación que aquellas que no están emparentadas.

En la literatura, interdisciplinaria y diversa, se propusieron distintos tipos de medidas o indicadores de parentesco según la base de comparación que se utilice. Neffke *et al.* (2012), por ejemplo, distingue tres tipos de indicadores de parentesco: 1) los basados en los sistemas de clasificación, que cuantifican la distancia entre códigos industriales dentro de la estructura jerárquica de los sistemas de clasificación industrial; 2) los basados en la coocurrencia de actividades productivas en el seno de una misma firma; y 3) los basados en los insumos o recursos utilizados en los procesos productivos.

El concepto de *parentesco de habilidades* pertenece a esta última categoría y mide el grado en el que los recursos humanos pueden compartirse entre distintas actividades (Neffke *et al.* 2012). La elección de este recurso como base de comparación se fundamenta en que constituye el principal recurso en la mayor parte de las empresas de la economía moderna y en su carácter “general”, por su ubicuidad, dado que es utilizado en todos los sectores de la economía.

En particular, Neffke y Henning (2013) definen el indicador de parentesco de habilidades como la medida en que el capital humano se comparte entre las industrias. Para ello, se basan en el análisis de los flujos interindustriales de empleo, provenientes de los registros administrativos, de donde extraen un espacio industrial a partir de las conexiones que esos flujos evidencian.

En el caso de Alemania, de manera similar a lo que ocurre en Suecia, los autores identifican que la mayoría de los flujos de empleo (73,4%, Tabla 1 en Neffke *et al.*, 2017) ocurren entre actividades definidas a 5 dígitos (clasificación de actividad NACE 1.1), luego, de estos flujos interindustriales, el 58,7% de ellos cruza la definición de *sector* (agrupación de letra en esa clasificación). Estos movimientos implican distancias considerables cuando una parte de los flujos ocurre entre actividades extractivas y de servicios, o en la industria y el caso de los servicios sociales.

Al analizar datos similares para Argentina, a nivel de 4 dígitos CIU (Rev 4), en cambio, se observa una proporción menor de flujos interindustriales (50%, como se observa en la Tabla 1), si bien parte de esta diferencia posiblemente se relacione con la diferencia en el nivel de desagregación de la información.

Aun así, de manera similar a lo que ocurre en el caso de Alemania, el 58% de los movimientos cruza la definición de *sector*, mientras que los movimientos que cruzan a 3 y a 2 dígitos de diferencia resultan inferiores a los reportados por los autores. Posiblemente, esto también se deba a que la base de comparación es más desagregada.

Lo cierto es que estos parecidos invitan a replicar el estudio realizado por Neffke y Henning, con el fin de comparar la estructura y los hechos estilizados que encuentran los autores y que destacan en su parecido entre los casos nacionales estudiados, de países y mercados laborales tan diferentes del argentino.

TABLA 1.
FLUJOS DE EMPLEO REGISTRADO PRIVADO, SIPA 2009-2014

Cantidad de CUILs	Promedio 2009-2014	
	En cifras	En %
Empleados registrados	5.619.100	
Cambio de empleo	412.103	7,3%
Dentro de la industria (4 dígitos)	206.074	50,0%
Entre industrias (4 dígitos)	206.029	50,0%
Entre Secciones (Letra)	119.425	58,0%
Dentro de Sección (Letra)	86.604	42,0%
Dentro de Gran División (2 dígitos)	37.103	18,0%
Dentro de Grupo (3 dígitos)	14.605	7,1%

Fuente: SIPA, empleo del sector privado.

Siguiendo la metodología en Neffke, Otto y Weyh (2017a), se estimaron específicamente los indicadores de parentesco de habilidades. A partir de la matriz de indicadores, se exploraron métodos de agrupamientos de los sectores de actividad para alcanzar una mejor interpretación de los resultados. En particular, se compararon distintos criterios de agrupamientos jerárquicos, respecto de los agrupamientos explorados, y se observó que los criterios promedio y máximo (vecino más lejano) para la vinculación entre grupos generaban agrupamientos naturales de las ramas de actividad.

Por ejemplo, se encontraron grupos con actividades que participan en una misma cadena de valor, lo cual a priori resultaba en cierta medida esperable en cuando a los requerimientos de trabajo con conocimiento específico de la industria. Sin embargo, también se encontraron relaciones de afinidad menos evidentes entre actividades económicas aparentemente distintas, si bien esto pudiera ser comprensible en términos de las habilidades o capacidades asociadas como requerimiento entre las actividades, algo emparentado con una visión de requerimiento de aquellos conocimientos que resultan específicos para determinadas ocupaciones o tareas.

2. DATOS

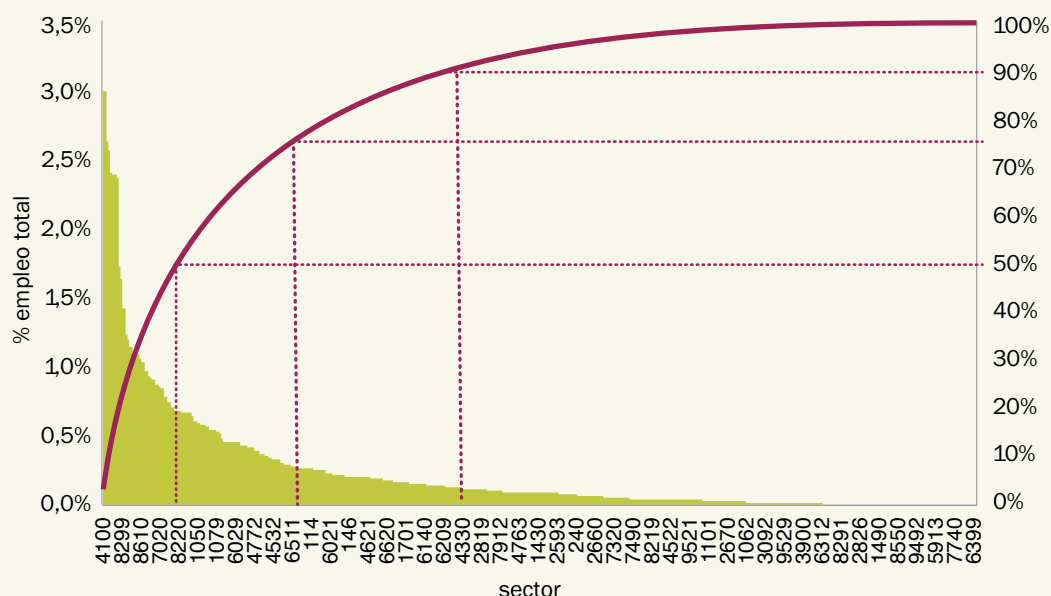
Se utilizaron los flujos del empleo registrado disponibles en el Sistema Integrado Previsional Argentino (SIPA), correspondientes al sector privado a 4 dígitos del clasificador de actividad CIIU Rev 4, para el período 2009-2014, que fueron provistos por el Observatorio de Dinámica Empresarial (OEDE) del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTEySS), correspondientes a 417 sectores de actividad. Sobre la base de estos flujos, se calcularon las matrices de transición de los cambios interanuales ocurridos en el empleo para cada período y la matriz de transiciones promedio.

La metodología usual de construcción de las matrices de transición de empleo utilizada por el MTEySS consiste en la creación de paneles interanuales de individuos que aparecen en ambos o en alguno de los períodos de registro para un mes de referencia. Así, se contabiliza al conjunto “unión de trabajadores declarados” en t y $t + 1$, para el cual se identifican cambios de empleador. En la primera parte se utilizan todas las transiciones, mientras que en la sección de análisis de agrupamientos se utilizan solo los flujos interindustriales, que surgen de individuos que aparecen empleados en t y $t + 1$, pero en diferentes actividades.

Adicionalmente, con el objeto de dimensionar el tamaño de cada segmento de actividad, se utilizaron datos de dotación y masa salarial sectorial promedio anual, correspondientes a cada año y al promedio del período, así como otras variables demográficas disponibles (por ejemplo, la proporción del empleo femenino y de los jóvenes por sector).

Al analizar la participación sectorial del empleo en 2014 con el nivel de desagregación utilizado (4 dígitos CIIU), es posible observar (Gráfico 1) que la mayor parte del empleo se concentra en pocos sectores. Así, mientras que solo 36 de los 417 sectores explican la mitad del empleo y 90 explican las tres cuartas partes, 247 sectores captan el decil de sectores con menor cantidad de empleo. Esta distribución sectorial del empleo anticipa agrupamientos de variedad de sectores de actividad que concentran escaso empleo y, asociado con ello, se presentan flujos de tamaño poco significativo.

GRÁFICO 1. PARTICIPACIÓN SECTORIAL DEL EMPLEO



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se utilizaron las descripciones de los sectores de interés, identificadas por OEDE-OIT sobre la base de la bibliografía específica del World Economic Forum, y se tomó el testimonio de informantes clave de la Subsecretaría de Servicios Tecnológicos y Productivos del Ministerio de Producción y de la Subsecretaría de Estudios y Prospectiva del MINCyT. Esta clasificación incluye las siguientes cuatro categorías:

- servicios basados en el conocimiento (SBC),
- biotecnología (BIOT),
- sectores productores de bienes TIC (TIC),
- y nuevas energías (NNRG).

La nómina de asignación de las actividades a 4 dígitos CIIU Rev 4 para cada categoría de nuevas tecnologías se presenta en el Anexo, al final de este capítulo.

3. METODOLOGÍA

El método de parentesco de habilidades, en Neffke, Otto y Weyh (2012 y 2017a) y en Neffke y Henning (2008 y 2013), es un marco de referencia para realizar el análisis de

flujos de empleo y ocupaciones entre los sectores de la actividad económica. La metodología desarrollada por estos autores es amplia y, en este trabajo, se replicó solo parcialmente. En particular, se utilizó el indicador de parentesco de habilidades obtenido al comparar los flujos observados con un modelo nulo, generado en forma proporcional al observado (se obró de manera similar a un test Chi cuadrado de Pearson en tablas de contingencia). Por lo tanto, el indicador refleja un ratio de desvío entre el valor observado y un valor esperado aleatorio.

Por otro lado, en la metodología desarrollada por los autores, se incluyen elementos de análisis de agrupamientos y de redes que se resumen en Neffke, Otto y Weyh (2017a). Si bien los autores privilegian estas técnicas para fines de visualización de interrelaciones sectoriales y dejan de lado el análisis de las relaciones generadas para caracterizar los flujos de empleo intersectoriales, estas últimas resultan de especial interés para el presente estudio.

3.1. PARENTESCO DE HABILIDADES

La estimación de los indicadores de parentesco requiere de la estimación de una serie de matrices cuadradas (matrices de transición de empleo), en las que cada fila y columna corresponde a cada industria, en tanto, en las celdas de las matrices se registran los movimientos de empleo de una industria a otra. El concepto de *parentesco de habilidades* (SR) se basa en la comparación entre los cambios de empleo observados y aquellos cambios de empleo esperados bajo el supuesto de que los sectores fueran indiferentes al tipo de habilidades, a este último se lo denomina “modelo nulo”. En la medida en que los resultados se alejen del valor esperado, será pertinente asumir un grado de relacionamiento o parentesco entre las actividades.

El modelo nulo se construye según el procedimiento que a continuación se describe.

- **Modelo nulo:** se calcula una matriz de “flujos esperados” de referencia, en el caso de que todos los sectores fueran indiferentes al tipo de habilidades requeridas F , se construye a partir de los totales por filas $F_{i.}$, columnas $F_{.j}$, y tabla $F_{..}$ de la matriz de flujos observada, de forma que cada celda F_{ij} cumple con :

$$\hat{F}_{ij} = \frac{F_{i.} \cdot F_{.j}}{F_{..}} = \frac{\text{suma flujos ind } i * \text{suma flujos ind } j}{\text{total flujos interindustriales}}.$$

Esta matriz refleja flujos “aleatorios” en el sentido de que los intercambios sectoriales son proporcionales a los flujos de salida y de ingreso entre sectores respecto de los flujos totales.

- **Parentesco de habilidades (skill-relatedness):** luego, se calcula una matriz asociada a la observada, en la que cada celda SR_{ij} contiene el ratio del valor observado de flujos de empleo y el valor teórico o esperado, de forma que:

$$SR_{ij} = \frac{F_{ij}}{\hat{F}_{ij}} = \frac{F_{ij} \cdot F_{..}}{F_{i.} \cdot F_{.j}} = \frac{\text{observado}}{\text{esperado}}, \quad \text{con } SR_{ij} \in [0, +\infty).$$

De esta forma, valores del indicador inferiores a la unidad $SR_{ij} \in [0,1)$ no se alejan “significativamente” de una distribución aleatoria, mientras que valores mayores a

la unidad $SR_{ij} \in [0,1) + \infty$ demuestran desvíos de la distribución aleatoria planteada como referencia. Los elementos de la diagonal principal de esta matriz, SR_{ii} , reflejan los flujos de empleo dentro del mismo sector para los que los autores asumen $SR_{ii} = 1$. El indicador puede interpretarse como un ratio de verosimilitud.

- **Parentesco de habilidades ajustado:** por último, dado que SR es no acotado a la derecha, se normaliza y simetriza el indicador mediante la siguiente transformación:

$$\overline{SR}_{ij} = \frac{SR_{ij} - 1}{SR_{ij} + 1}, \quad \text{con } \overline{SR}_{ij} \in [-1,1).$$

Así, los valores positivos (negativos) reflejan habilidades relacionadas (no relacionadas) respecto del modelo nulo y su magnitud indica la intensidad de la relación.

Neffke, Otto y Weyh (2017b) construyen la matriz simetrizada del indicador promediando los indicadores obtenidos para cada par de sectores i y j , es decir:

$$\widetilde{SR}_{ij} = \frac{\overline{SR}_{ij} + \overline{SR}_{ji}}{2}.$$

Esta matriz resume la significatividad media de los flujos entre y dentro de los sectores, medida según el indicador, y deja de lado información sobre la direccionalidad de los flujos. En términos matriciales, esta operación es equivalente a promediar la suma de la matriz del indicador ajustado y su transpuesta, $\widetilde{SR} = (\overline{SR} + \overline{SR}')/2$. Con los datos de los flujos de empleo interanual entre 2009 y 2014 se calculó una matriz de flujos promedio F .^{1,2} Luego, se procedió a calcular las matrices asociadas del indicador en sus versiones original (SR), normalizada ($\overline{SR}$) y simetrizada ($\widetilde{SR}$). Para el análisis de agrupamientos se utilizó la matriz $\widetilde{SR}$.

3.2. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS

En la metodología de parentesco de habilidades (Neffke, Otto y Weyh, 2017a; Neffke y Henning, 2013; Neffke, Otto y Weyh, 2012; y Neffke y Henning, 2008), se menciona la utilización del método de agrupamientos jerárquicos aglomerativos sobre la matriz de $\widetilde{SR}$, con el criterio promedio de proximidad para la definición de los grupos. Sin embargo, en dichos trabajos no se profundiza el análisis de los agrupamientos obtenidos, como tampoco se analiza la elección del criterio de agrupamiento seleccionado.

En este trabajo, se avanza sobre el análisis de los agrupamientos jerárquicos aplicado a la matriz simetrizada de parentesco de habilidades $\widetilde{SR}$, con el objetivo de explorar y caracterizar

¹ Se utilizó información sectorial clasificada por el CIIU revisión 4 con una apertura de 4 dígitos. Este clasificador ofrece una definición de sectores más amplia que los anteriores e incorpora con mayor detalle a los nuevos sectores de la economía. Para calcular el indicador de parentesco de habilidades, se excluyó un sector (5812 - Edición de directorios y listas de correo) que solo presentaba flujos de salida, con lo que no resultaba posible calcular el indicador de parentesco de habilidades, por lo que el conjunto del análisis consistió en los 416 sectores restantes.

² El clasificador CIIU revisión 4 comenzó a ser utilizado por la AFIP, que es la entidad generadora de los datos del SIPA, en 2012, por lo que las empresas que hayan estado activas entre 2009 y 2012 y hayan cerrado antes del cambio de clasificador no pueden ser clasificadas y, por lo tanto, no se incluyen en el análisis. Se estimó que los flujos de trabajadores de estas empresas son menos del 10% de los flujos totales en 2009.

la estructura de interacciones entre actividades económicas, sobre la base del intercambio observado de empleo (formal privado). Los métodos jerárquicos de agrupamiento generan grupos con subgrupos anidados (o, en forma equivalente, de árbol o dendrograma), lo cual parece ser una aproximación razonable y adecuada para el caso de análisis sobre los sectores de actividad.

En particular, los métodos jerárquicos requieren de la definición de un criterio de proximidad entre grupos que se utiliza en cada iteración del algoritmo para la asignación de grupos. En una etapa previa, se exploraron distintos criterios de vinculación para la obtención de grupos, mediante el conjunto de datos descripto antes y se encontró que el criterio “promedio”, que en cada paso de aglomeración realiza comparaciones de a pares entre todos los elementos de dos grupos para determinar a qué grupo pertenece el elemento de referencia, resultó semejante al criterio “completo” (“máximo” o del “vecino más lejano”), en la forma de agrupar que otros criterios de vinculación como el “vecino más cercano” (mínimo) poseen, basados en grafos, la mediana, el criterio de Ward y otros métodos basados en centroides (Tan, Steinbach y Kumar, 2005).³ En la literatura se destaca el parecido entre estos criterios, basados en grafos, que caracterizan a los agrupamientos globulares con elementos contiguos. La interpretación de los grupos generados por estos criterios es equivalente a una “clase” natural (promedio) y a un “círculo” de afinidad (completo). En particular, el criterio del vecino más lejano es equivalente al concepto de “clique” en un grafo o una red de interconexiones. Este concepto se refiere a un subconjunto de nodos que, tomados de a pares dentro del clique, presentan un subgrafo inducido completamente y conectado entre sí. Dado que parte del objetivo primario del trabajo consistió en el análisis y la interpretación de interacciones sectoriales a la luz del indicador de parentesco de habilidades, se privilegió el criterio del vecino más lejano solo en función de su interpretación en términos de conectividad de red.

Para lograr una primera aproximación al análisis de agrupamientos de flujos de empleo, se restringió la extracción de grupos de modo que resultara en una cantidad “razonable”, es decir, de “trazo grueso”, a fin de interpretar y poder validar los resultados desde el conocimiento sectorial. Así, se exploraron los dendrogramas obtenidos y a partir de la estructura observada se extrajeron seis grupos.

Para la caracterización de los grupos, se analizaron los conjuntos obtenidos en función de atributos relacionados con la estructura productiva y con las características seleccionadas del mercado laboral. Respecto de la estructura productiva, por ejemplo, se evaluaron los grupos y sus componentes vinculados con la lógica de agrupamiento respecto de cadenas de valor y actividades conexas. En cuanto a los atributos del mercado laboral, se evaluó la relación entre las remuneraciones relativas y la dinámica del empleo, la participación relativa de las mujeres y los jóvenes, y los niveles de calificación medios. Para ello, se definió la variable “brecha salarial (Brecha W)” como la diferencia relativa del salario promedio del sector a 4 dígitos en 2014 respecto del salario medio del total de los sectores en el mismo período.

Por otro lado, se definió la variable “variación anualizada del empleo (Var CAGR)” como la tasa de variación compuesta anualizada del empleo entre 2009 y 2014 para cada sector. Luego se incorporaron otros dos indicadores: la participación de los jóvenes (personas menores de 25 años) y de las mujeres para cada sector. Por último, se incluyó una variable que mide la proporción de los trabajadores en ocupaciones de alta calificación de cada

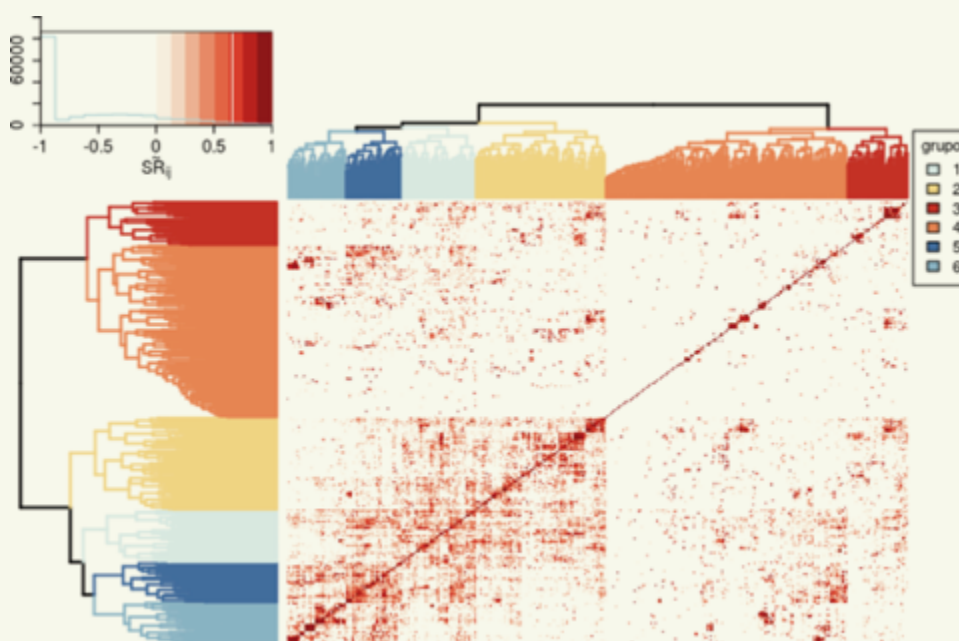
³ Véase Tan, Steinbach y Kumar, 2005, Capítulo 8, en: <https://www-users.cs.umn.edu/~kumar001/dmbook/ch8.pdf>

sector, según el clasificador de ocupación CIUO-88, que incluye profesionales, técnicos y puestos directivos en empresas.⁴

4. RESULTADOS

A partir de la matriz de indicadores de parentesco de habilidades normalizada y simetrizada $\overline{SR}$, se obtuvieron resultados de agrupamientos jerárquicos utilizando el criterio completo (del vecino más lejano). En el mapa de calor que resume los intercambios entre las actividades en términos del indicador, se observó que la separación entre los sectores con mayor proporción de bajo parentesco de habilidades distingue dos subgrupos (Gráfico 2). En el área más densa (esquina inferior izquierda), se distinguen, en el dendrograma, cuatro grupos, tres de ellos más parecidos entre sí y un cuarto, con mayores niveles del indicador.

GRÁFICO 2.
AGRUPAMIENTOS JERÁRQUICOS AGLOMERATIVOS SOBRE MATRIZ
SIMETRIZADA DE $\overline{SR}$ ¹



Nota: ¹ mapa de calor de la matriz $\overline{SR}$ ordenada por agrupamiento jerárquico con criterio completo, que divide a los sectores en dos regiones, una de más baja conectividad y otra de mayor conectividad. La región de menor conectividad (203 sectores) contiene a los grupos 3 y 4 (véase más abajo). Los colores de los dendrogramas indican los seis grupos utilizados y se asignan según el orden de aparición de los grupos, por lo que no hay correspondencia directa entre ordinal y color entre dendrogramas.

Fuente: elaboración propia.

⁴ Este indicador se construye a partir de datos obtenidos mediante el sistema de simplificación registral, en el cual los empleadores registran la ocupación de cada nuevo trabajador dado de alta, codificada sobre la base del CIUO-88, que en su primer dígito indica calificación de la ocupación. Este registro comenzó a operar en 2008, y solo registra las altas y bajas, por lo que se cuenta con información de ocupaciones solo para el 78% de los trabajadores totales. Se definen como “alta calificación” aquellas ocupaciones con valores 1- directivos, 2- profesionales y 3- técnicos, del clasificador de calificación.

En términos de cantidad de sectores, se detectó un grupo relativamente más grande, tres grupos medianos y dos más pequeños. Al observar estos grupos a la luz de atributos como la dotación, el salario medio y otros factores sociodemográficos, la imagen se enriquece. A la vez, para complementar el análisis, se identificó en qué grupo aparecen las actividades (a 4 dígitos) de cada uno de los nuevos sectores que se definen. La Tabla A.1 se presenta en el Anexo. Identificación de sectores de interés, al final de este capítulo.

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS GRUPOS

A continuación, se realiza un análisis descriptivo de los agrupamientos conformados a través del $\overline{SR}$, mediante el criterio del vecino más lejano. Al agrupar vía este indicador, se conforman grupos con sectores que requieren o demandan de los trabajadores similares capacidades y habilidades, dado que registran un volumen de transiciones laborales o flujos de empleo mayores que lo esperado de acuerdo con su estructura.

Para entender qué otras características comparten estos sectores se buscó, a través de variables asociadas con la demanda de empleo de los sectores (cantidad de empleo, nivel de remuneraciones, nivel de calificación de las ocupaciones, dinámica de creación del empleo) y de los trabajadores (edad y género), identificar los patrones o recurrencias de cada agrupamiento (Tablas 2 y 3). A la vez, dada la importancia de la caracterización productiva, se buscó identificar qué eslabones de las principales cadenas de valor se encuentran en cada uno de estos agrupamientos. Los Gráficos de agrupamientos en Brecha W / Var CAGR se presentan en el Anexo, al final de este capítulo.

TABLA 2.
ATRIBUTOS SELECCIONADOS EN AGRUPAMIENTOS JERÁRQUICOS
(COMPLETO)⁵

Grupos	Sectores a 4 dígitos	Empleo promedio 2009-2014		Brecha salarial media			Crecimiento del empleo 2009-2014	
				vs. salario total	superior al prom.	inferior al prom.	Crecieron	No crecieron
	#	#	%	%	#	#	#	#
Grupo 1	48	1.790.109	32%	-3%	21	27	40	8
Grupo 2	87	1.342.529	24%	13%	49	38	61	26
Grupo 3	41	269.452	5%	7%	15	26	25	16
Grupo 4	162	409.650	7%	10%	54	108	73	86
Grupo 5	38	1.129.065	20%	-14%	9	29	28	10
Grupo 6	39	678.296	12%	-3%	24	15	29	10
Total*	415	5.619.101	100%		172	243	256	156

Fuente: elaboración propia sobre la base de OEDE (MTEySS).

(*) Se excluye el sector "Sin especificar", incluido en el Grupo 1.

⁵ El salario promedio del empleo por grupo se calcula ponderado por el empleo de cada sector que lo compone; no es un salario promedio simple. De esta manera, el salario de los sectores con mayor empleo pondera más que el salario de los sectores de menor tamaño.

TABLA 3.
SECTORES POR PARTICIPACIÓN FEMENINA, DE LOS JÓVENES⁶
Y POR CALIFICACIÓN DEL EMPLEO⁷

Grupos	Sectores a 4 dígitos	% Mujeres		% Jóvenes < 25 años		Calificación del empleo		
		superior al prom.	inferior al prom.	superior al prom.	inferior al prom.	Alta	Media	Baja
	#	#	%	%	#	#	#	#
Grupo 1	48	10	38	18	30	6	36	12
Grupo 2	87	1	86	21	66	9	59	19
Grupo 3	41	2	39	16	25	4	27	24
Grupo 4	162	58	104	62	100	46	99	43
Grupo 5	38	30	8	25	13	11	28	11
Grupo 6	39	28	11	13	26	32	14	2
Total*	415	129	286	155	260	108	263	111

Fuente: elaboración propia sobre la base de OEDE (MTEySS).

(*) Se excluye el sector “Sin especificar”, incluido en el Grupo 1.

TABLA 4.
IDENTIFICACIÓN DE NUEVOS SECTORES⁸ POR GRUPO

Grupos	Cantidad de nuevos sectores					
	BIOT	N. Energías	TICs	SBC	Resto	Total
	#	#	#	#	#	#
Grupo 1	2	3		1	42	48
Grupo 2	1	6		1	79	87
Grupo 3	3	1			37	41
Grupo 4	1	1	2	4	154	162
Grupo 5				3	35	38
Grupo 6			3	7	29	39
Total*	7	11	5	16	376	415

Fuente: elaboración propia sobre la base de OEDE (MTEySS).

(*) Se excluye el sector “Sin especificar”, incluido en el Grupo 1.

⁶ La proporción de mujeres en el empleo registrado total es de 31,9% y la proporción de jóvenes es de 11,6%. Por lo tanto, se caracteriza como “sectores superiores” a los que presentan una proporción mayor y como “sectores inferiores” a los que están por debajo de estas participaciones.

⁷ Se identifica como “alta” a aquellos sectores que tienen una proporción de empleo de calificación alta superior al promedio (12,2%), como “media” a aquellos con tienen mayor peso del empleo de calificación media que el promedio (67,8%) y como “baja” a los que están por encima del 10,5%. Por lo tanto, puede haber sectores que se ubiquen en más de una clasificación.

⁸ Los nuevos sectores están compuestos por: biotecnología, con 7 actividades definidas a 4 dígitos del CIUU revisión 4; nuevas energías, con 11 actividades; productores de TIC, con 5 actividades; y servicios basados en conocimiento, con 16 actividades. Véase el Anexo.

4.1.1. GRUPO 1. SERVICIOS DE APOYO A LA PRODUCCIÓN Y A LA INDUSTRIA DE BAJA TECNOLOGÍA

Este agrupamiento capta el 31,4% del empleo total e incluye 48 actividades que confluyen desde tres de los nuevos sectores identificados. Es el agrupamiento que concentra la mayor proporción del empleo, dado que está compuesto por sectores como los servicios de transporte de personas, las ventas en supermercados, los sectores de servicios de apoyo a la producción, como seguridad, limpieza y la obtención y dotación de personal, la producción y el procesamiento de carne, la elaboración de productos de panadería, y de productos de plástico, entre otros.

Este agrupamiento concentra el 84% del empleo de actividades administrativas y servicios auxiliares, el 64% de las actividades inmobiliarias, la mitad del empleo del sector comercio al por mayor y al por menor, la reparación de vehículos y las actividades profesionales, científicas y técnicas. También es importante en él el peso de la industria manufacturera, ya que el 40% de su empleo se concentra en este grupo.

Dentro del plano del análisis brecha salarial-evolución del empleo, se observó una concentración del empleo en sectores de salario que están por debajo de la media de la economía (-3%), como es el caso de los servicios de limpieza de edificios, las empresas de obtención y dotación de personal, los servicios de seguridad e investigación, entre otros. En el otro extremo, se ubican algunas excepciones, de menor peso relativo, como la fabricación de productos farmacéuticos, los servicios de aseguradoras de riesgos del trabajo y la elaboración de productos lácteos, que presentan niveles salariales elevados.

La dinámica reciente de los sectores de este agrupamiento durante el período analizado (2009-2014) muestra que la mayor parte (40 sectores de los 48) presentó crecimiento del empleo, en tanto, solo ocho sectores retrayeron sus dotaciones. Por lo tanto, predominan los sectores de menor productividad que van asociados al menor nivel salarial, que efectivamente crecen en términos del empleo en el período (véase el Gráfico A.1 en el Anexo, al final de este capítulo).

Otro aspecto que sobresale de este agrupamiento es que en la mayor parte de los sectores se presenta muy baja proporción de empleo de calificación alta. En términos generales, del conjunto del empleo registrado en el mercado de trabajo solo el 12% es empleo de alta calificación, entendido este como empleo de profesionales, técnicos y puestos directivos en empresas. En tanto, en este agrupamiento, solo seis sectores, todos ellos de bajos niveles de empleo (que acumulan el 1,6% del total de empleo), superan este nivel, mientras que los 42 restantes están por debajo (Tabla 3).

Al observar la composición del empleo de este agrupamiento por género y edad, se aprecia que los sectores que más empleo generan tienen una mayor participación de empleo joven que la media de la economía, en particular, en los servicios de obtención y dotación de empleo, servicios de limpieza, venta en supermercados y venta de combustibles. En el caso de la participación femenina, en cambio, prevalecen sectores con bajo empleo femenino, si bien varios de los sectores más grandes son generadores de mucho empleo femenino. Este es el caso de los servicios de limpieza en edificios, ventas en supermercados y servicios empresariales (véanse los Gráficos A.7 y A.8 en el Anexo, al final del presente capítulo).

A partir de estos indicadores, es posible caracterizar a este conjunto como un agrupamiento de servicios de apoyo a la industria y de sectores de menor nivel de productividad, dentro del cual se genera empleo con menores requerimientos de calificación y nivel de remuneraciones, y que contiene nichos de empleo joven.

4.1.2. GRUPO 2. NÚCLEO PRODUCTIVO

En este grupo se concentra el 23,8% del empleo total en 87 actividades. Contiene seis actividades de nuevas energías, una de biotecnología y una de servicios basados en el conocimiento.

Es un agrupamiento que concentra la totalidad de la cadena de la construcción, la del transporte de carga (automotor, ferroviario y de recolección de residuos), también las cadenas de cultivos intensivos como el trigo, el maíz y la soja (cultivos de cereales, oleaginosas, soja; venta al por mayor de cereales, fertilizantes y abonos; molienda de trigo y arroz; la elaboración de aceites; hasta la fabricación de maquinaria agrícola), y de energía (generación y distribución de energía eléctrica).

También se identifica en este agrupamiento parte de la cadena de cría de ganado bovino (curtido y terminación de cueros y cuero y calzado), de la cadena automotriz (fabricación de automotores y autopartes), de petroquímica y textil y de confecciones. A la vez, incluye a una gran parte de los sectores fabricantes de bienes de capital (véase el Gráfico A.2 en el Anexo, al final de este capítulo).

La simple enumeración de las actividades incluidas en este grupo expone una muestra del peso que estas tienen para la actividad económica del país. Sin duda, podría afirmarse que se trata de actividades que concentran gran parte de la generación de valor de la economía.

Al analizar en términos de dimensiones como el salario promedio y el crecimiento del empleo, se confirma esta apreciación, pues se constituye como el grupo que mayor nivel de remuneraciones paga (13% mayor que el conjunto de la economía), aun cuando contiene algunos sectores de menor salario relativo y gran concentración de empleo (como la construcción y la cría de ganado bovino). A la vez, la mayor parte de los sectores que componen el agrupamiento tuvo un dinamismo creador del empleo (en un 60% creció el empleo y solo en un 26% este se redujo).

Otro aspecto que revela el análisis es que la mayor parte de los sectores de este grupo tiene un mayor peso de trabajadores de calificación media que el resto de la economía y, en consecuencia, un menor peso de trabajadores con calificación alta y baja.

Por otro lado, se trata de un grupo con muy bajo empleo femenino y de jóvenes, ya que en todos los sectores la proporción de empleo femenino es menor a la media, en tanto, en la mayor parte también es muy baja la participación de jóvenes (con excepción de un par de ramas de la construcción).

En síntesis, es posible definir a este grupo como el núcleo productivo que concentra actividades de alta productividad y que se expresa con los mayores niveles de remuneraciones y generación de empleo de calificación media. En términos de los nuevos sectores, se identifica en este grupo a la mayor parte de las nuevas energías.

4.1.3. GRUPO 3. SECTORES PRIMARIOS E INDUSTRIA DE MENOR PRODUCTIVIDAD

Este agrupamiento está compuesto por 41 sectores que concentran el 5% del empleo. Se identifican tres actividades pertenecientes a la biotecnología y una, a las nuevas energías. Al analizar más en detalle su composición, se observa que tienen mucho peso los sectores de la agricultura, como la actividad de los contratistas de mano de obra agrícola y, en especial, de las cadenas de cultivo de frutas, hortalizas y producción de semillas (también se incluye

la parte de la cadena del procesamiento, como la elaboración de vinos, la preparación de frutas y hortalizas, la elaboración de azúcar y los servicios de envase y empaque). Luego se suman los sectores de minas y canteras (extracción de petróleo crudo y metales preciosos) y de la industria relacionada, con la fabricación de ladrillos, productos de madera y aperturas de madera, así como la fabricación de insecticidas y plaguicidas, y la fabricación de biocombustibles (véase el Gráfico A.3 en el Anexo, al final de este capítulo).

Dentro del plano de análisis brecha salarial-evolución del empleo, se observó que los sectores del agrupamiento tienen salarios que son, en promedio, algo superiores a la media de la economía (en un 7%). Sin embargo, existe una gran variabilidad en la brecha salarial y en la dinámica del empleo entre sus componentes. Los sectores de mayor peso en términos de empleo, por ejemplo, son los que presentan salarios muy por debajo del promedio de la economía (es el caso de los contratistas de mano de obra agrícola, cultivo de vid para vinificar y cultivo de manzanas y peras), junto con una dinámica contractiva en la creación de empleo. Por el contrario, los sectores de mayor nivel salarial (extracción de petróleo crudo, extracción de metales preciosos, distribución de combustibles), que son los de menor tamaño, han presentado una dinámica creadora de empleo.

En términos de calificación de la mano de obra, es posible observar que la mayoría de los sectores tiene un mayor peso de trabajadores no calificados, comparado con el conjunto del mercado de trabajo (así ocurre que el 10,5% del empleo total de este grupo corresponde a ocupaciones sin calificación). A la vez, en todos los sectores (con excepción de dos), la proporción de mujeres ocupadas es menor a la media que presenta la economía. Luego, si bien la participación de los jóvenes en este grupo es similar a lo que ocurre en el conjunto del mercado, aquellos sectores vinculados con el agro se diferencian, ya que presentan mayores niveles de empleo joven.

Este grupo se puede definir como de sectores primarios e industriales de baja productividad con empleo de calificación media baja y, en consecuencia, con salarios inferiores a la media.

4.1.4. GRUPO 4. HETEROGÉNEO CON LA CADENA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

El grupo 4 es el que concentra la mayor cantidad de sectores, pues estos ascienden a 159, si bien solo alcanza a explicar el 7% del empleo total. Entre ellos se identifican cuatro que pertenecen a los servicios basados en el conocimiento, dos que forman parte de los sectores productores de TIC, uno de biotecnología y uno de nuevas energías.

El agrupamiento presenta una gran diversidad de actividades, entre ellas sobresale el peso que adquieren los sectores de la información y comunicación, dado que la mitad del empleo de estos sectores se concentra en este grupo (servicios de consultores en TIC, servicios de TV y radio, edición de música, entre otros). Luego se presenta el sector agro, del que sobresalen los cultivos industriales (tabaco, algodón, azúcar y yerba mate), la producción de leche bovina, la cría de ganado (equino, porcino, ovino y caprino), gran parte de la cadena de la pesca y la cadena forestal y del papel (silvicultura, papel y gráfica; parte de madera y muebles y el complejo de impresión). Además, aparecen otros sectores importantes, como el transporte aéreo de pasajeros y el transporte de energía eléctrica. Por último, otros sectores con peso en este grupo son aquellos relacionados con la atención a personas, como los servicios de tratamiento médico y atención a ancianos, entre otros (véase el Gráfico A.4 en el Anexo, al final de este capítulo).

En términos de especialización productiva, no se encuentran patrones claros de vinculación entre los sectores de este grupo, mientras sobresale la escasa participación de la industria manufacturera. El rasgo característico de los sectores incluidos en este agrupamiento es el bajo peso relativo en el empleo total (en promedio, cada sector aporta solo el 0,04% del empleo total). Por otro lado, el salario relativo de los sectores de este grupo es un 10% superior al promedio de la economía, aunque coexisten algunas actividades que concentran mayor proporción del empleo y que pagan salarios muy elevados, tal es el caso del servicio de transporte aéreo de pasajeros y de la pesca marina. Simultáneamente, coexiste una gran cantidad de sectores (108 en total) que presentan remuneraciones que se hallan por debajo de la media.

Asociado con esta polarización salarial, se identifica un grupo de sectores que tienen mayor cantidad de trabajadores de alta calificación que el resto de la economía y, por lo tanto, un menor peso de trabajadores con calificación media y baja. Se trata de aquellos sectores que están especialmente vinculados con el conjunto de actividades que conforman el ámbito de la información y comunicación.

Respecto del empleo de jóvenes y de mujeres, no se observa un patrón claro del que puedan describirse atributos, si bien se encuentran casos en ambos extremos de la distribución.

4.1.5. GRUPO 5. TURISMO, SERVICIOS DE ENTRETENIMIENTO, COMERCIO, BANCA MINORISTA Y SERVICIOS PROFESIONALES

El grupo 5 concentra el 20% del empleo total con tan solo 38 actividades, e incluye tres sectores de servicios que se basan en el conocimiento (servicios de contabilidad, auditoría y asesoría fiscal; servicios jurídicos; actividades profesionales, científicas y técnicas). En él se ubica toda la rama de alojamiento y servicios de comida, los servicios de entretenimiento, actividades artísticas y recreativas, gran parte de la banca minorista, del comercio y de los servicios profesionales. En este grupo, no se encuentran actividades primarias y solo hay una actividad de la industria manufacturera, que es la confección de prendas de vestir (véase el Gráfico A.5 en el Anexo, al final de este capítulo).

El primer aspecto que sobresale como atributo de este agrupamiento es el bajo nivel de salario promedio de las actividades que reúne. Es así como, de los 38 sectores, 29 pagan remuneraciones más bajas que las del promedio de la economía, en conjunto son un 14% inferiores, incluso si se incluye al sector de la banca minorista (con remuneraciones que duplican la media).

Por otra parte, es un grupo donde la mayor parte de las actividades presentó crecimiento del empleo durante el período bajo análisis, en tanto, solamente un grupo de actividades de menor tamaño presentó contracción del empleo. En este último caso, se trata de los servicios jurídicos, la única actividad de industria (es decir, la confección de prendas de vestir), los servicios inmobiliarios y los servicios de preparación de comidas para empresas.

Respecto de la caracterización de sus trabajadores, este grupo presenta un importante peso del empleo femenino. En este sentido, 30 de los sectores de mayor tamaño alcanzan un alto nivel de feminización del empleo, lo que casi duplica la media de la economía. En él sobresalen los sectores de ventas de prendas de vestir, el empleo en farmacias, servicios jurídicos, de contabilidad y auditoría, y los servicios de *call centers* (véase el Gráfico A.7 en el Anexo, al final de este capítulo). También es elevada la participación de jóvenes en los sectores de este grupo, pues en 25 sectores es mayor al promedio de la economía. En este

caso, sobresalen los servicios de expendio de comida, de *call centers*, de esparcimiento y la venta minorista por Internet (véase el Gráfico A.8 en Anexo, al final de este capítulo).

La calificación de los puestos de trabajo de este grupo presenta contrastes. Por un lado, se ubican las ramas de los servicios basados en el conocimiento (SBC), que generan empleo de alta calificación. Por otro lado, existen sectores con mucho peso en el empleo de menor calificación, como los servicios de expendio de comidas y bebidas, los servicios de alojamiento, la venta al por menor de alimentos y de productos relacionados y la venta al por menor de prendas de vestir.

4.1.6. GRUPO 6. ENSEÑANZA, SALUD, RADIO Y TV POR CABLE

El grupo 6 incluye a 39 sectores que concentran el 12% del empleo total. En él se identifican tres sectores productores de TIC y siete pertenecientes a los servicios basados en el conocimiento. Este agrupamiento concentra prácticamente todo el empleo del ámbito de la educación, casi la totalidad de los servicios sociales de la salud humana y la mitad del empleo del sector de la información y comunicación.

Entre sus actividades se aprecia cierta polarización respecto de las remuneraciones dado que, si bien la mayor parte de los sectores más pequeños paga altas remuneraciones, estos coexisten con los servicios educativos de los distintos niveles de la enseñanza,⁹ los que registran salarios por debajo de la media. Los sectores de este grupo presentan en su mayoría crecimiento durante el período analizado, a excepción de algunos segmentos de la educación que presentan bajo peso relativo del empleo, si bien –en términos agregados– los servicios educativos captan la mayor proporción del empleo dentro del grupo.

Un atributo que caracteriza a este grupo es que concentra un importante peso del empleo femenino y muy baja participación del empleo joven. Además, se trata del conjunto que genera mayor demanda de empleo de alta calificación, ya que se comprueba que 32 de los 39 sectores demandan más empleo de alta calificación que el promedio de la economía.

4.1.7. COMENTARIOS FINALES SOBRE LOS GRUPOS

El análisis de los grupos manifiesta que, a pesar de la heterogeneidad interna, existe cierta segmentación respecto de los requerimientos de habilidades. Por un lado, se observa que las actividades primarias se dividen en solo tres grupos, con una clara diferenciación en términos de productividad (grupos 2, 3 y 4). Luego, la industria manufacturera, si bien se encuentra más dispersa, se separa por mitades iguales en dos de los grupos (grupos 1 y 2), donde el grupo 2 es definido como el núcleo productivo que concentra actividades de alta productividad y se expresa en mayores niveles de remuneraciones y generación de empleo de calificación media y donde el grupo 1 presenta la industria de menor productividad.

Por otro lado, los sectores de servicios si bien se agrupan mayormente juntos, aparecen más bien como un nexo con la industria (grupo 1) y, en menor medida, con los sectores primarios (grupos 2, 3 y 4).

⁹ Dado que la información del SIPA es por puesto de trabajo, en el sector de la enseñanza las remuneraciones se estarían refiriendo al promedio por cargo. No se dispone de información relativa a la cantidad de cargos por persona en este sector, aunque presumiblemente se asocie un factor mayor a la unidad, con lo que la brecha salarial por persona resultaría inferior a la presentada por cargo.

Efectivamente, el análisis demuestra que se encontraron grupos con actividades que participan en una misma cadena de valor, lo cual –a priori– en cierta medida resultaba esperable respecto de los requerimientos de trabajo con conocimiento específico de la industria. Sin embargo, también se encontraron relaciones de afinidad que eran menos evidentes entre actividades económicas aparentemente distintas, si bien este parentesco resulta comprensible en términos de las habilidades o capacidades asociadas y desde una visión de requerimiento de conocimientos específicos para desarrollar las ocupaciones o tareas.

TABLA 5.
DISTRIBUCIÓN DEL EMPLEO SECTORIAL POR GRUPOS

Letra	Letra descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Total general
A	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca		44%	33%	24%			100%
B	Minas y canteras		51%	46%	4%			100%
C	Industria manufacturera	40%	41%	7%	7%	4%	1%	100%
D	Electricidad, gas, vapor y aire acondicionado		85%	11%	4%			100%
E	Suministro de agua; saneamiento, gestión de residuos		61%	39%				100%
F	Construcción	7%	92%	0%				100%
G	Comercio al por mayor y al por menor	47%	9%	1%	3%	39%	1%	100%
H	Transporte y almacenamiento	50%	41%	0%	9%			100%
I	Alojamiento y servicios de comidas				0%	100%		100%
J	Información y comunicación				53%	0%	47%	100%
K	Activ. financieras y de seguros	14%			1%	58%	27%	100%
L	Activ. inmobiliarias	64%				36%		100%
M	Activ. profesionales, científicas y técnicas	49%	2%		3%	33%	13%	100%
N	Activ. administrativas y servicios auxiliares	84%	1%	1%	1%	8%	4%	100%
O	Adm. pública y defensa; seguridad social obligatoria				100%			100%
P	Educación				0%		100%	100%
Q	Salud humana y servicios sociales				21%		79%	100%
R	Artes, entretenimiento y recreativas				3%	97%		100%
S	Otras activ. de servicios	20%		3%	5%	58%	14%	100%
U	Activ. de organizaciones y órganos extraterritoriales				100%			100%
Total general		32%	24%	5%	7%	20%	12%	100%

Fuente: elaboración propia sobre la base del OEDE (MTEySS).

Luego de realizar el análisis del mapa completo de habilidades, en esta sección se centra la mirada sobre las vinculaciones entre los nuevos sectores de interés identificados, con el propósito de evaluar el potencial diversificador. Este potencial será medido a través del “indicador de parentesco de habilidades”, ajustado ($\widehat{SR}$) a nivel de sector a 4 dígitos. A continuación, en la Tabla 6 se resumen las principales características de los sectores de interés.

TABLA 6.
NUEVOS SECTORES: PRINCIPALES ASPECTOS

Nuevos sectores	Cantidad de actividades 4 dig	Empleo promedio 2009-2014	Var. empleo 2009-2014	Brecha salarial media
	#	#	% CAGR	% prom
Biotecnología	7	99.882	2,6%	11,7%
Nuevas energías	11	148.949	3,2%	105,8%
Sectores productores de TIC	5	15.761	15,7%	58,0%
Servicios basados en el conoc.	16	170.015	1,2%	10,7%
Total economía	416	5.632.476	0,9%	0,0%

Fuente: elaboración propia sobre la base del OEDE (MTEySS).

4.2.1. CRITERIOS DE ANÁLISIS

Para realizar el análisis descriptivo se utilizaron distintos criterios. En primer lugar, se evaluaron los vínculos existentes entre los sectores de interés (nuevas energías, biotecnología, SBC y sectores productores de TIC) y el mapa completo de la economía, identificando los sectores (a 4 dígitos) con los que se presenta una vinculación más intensa. Luego, se analizó el parentesco de habilidades entre los propios sectores de interés.

Con este fin, se emplearon diferentes criterios de análisis de los vínculos:

- existencia de vínculo: el indicador $\widetilde{SR}$ es distinto de -1 ;
- vínculo positivo: el indicador $\widetilde{SR}$ es >0 (el vínculo es superior a lo esperado por la distribución proporcional de empleo);
- intensidad media: el indicador $\widetilde{SR}$ es $>0,5$;
- intensidad alta: el indicador $\widetilde{SR}$ es $>0,75$;

En la Tabla 7 se resumen los resultados de cada sector.

En particular, se observa que, independientemente del total de vínculos en los que participa cada nuevo sector, la incidencia de vínculos positivos se encuentra en torno al 30%, la presencia de vínculos con intensidad media, en torno al 10%, y de vínculos con intensidad alta, en torno al 3,5% del total.

TABLA 7.
VINCULACIONES A TRAVÉS DE $\widetilde{SR}$ DE NUEVOS SECTORES

Nuevos sectores		Positivos	Media >0,5	Alta >0,75	Vínculo total
Nuevas energías	# Vínculos	1042	320	103	3100
	% Vínculos	33,6%	10,3%	3,3%	
SBC	# Vínculos	1468	431	158	4168
	% Vínculos	35,2%	10,3%	3,8%	
Biotecnología	# Vínculos	607	185	75	1824
	% Vínculos	33,3%	10,1%	4,1%	
Productores TIC	# Vínculos	287	80	34	970
	% Vínculos	29,6%	8,2%	3,5%	

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. NUEVAS ENERGÍAS

Para establecer una definición del sector de nuevas energías, se recurrió al “Informe de cadena de valor de las energías alternativas” (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas, 2016), donde se realiza un análisis completo de los diferentes eslabones de la cadena de generación de energías alternativas en el país.

Esto permitió identificar a los sectores de actividad en que se encuentran las empresas responsables de la generación de las energías alternativas y que participan en las distintas etapas de la cadena de valor. Según el documento: “En el caso de la energía eólica, dado que el insumo es el mismo viento, las empresas que intervienen son las dedicadas a la producción de los aerogeneradores, y las empresas a cargo de los parques eólicos. Cabe destacar que la construcción de los aerogeneradores incluye: torre, góndola, generador, palas, electrónica y potencia, y carenados”.

En lo que se refiere a la energía solar “... considerando que el insumo es el sol, las empresas que intervienen son las dedicadas a la producción e instalación de paneles solares fotovoltaicos y las empresas a cargo de los parques solares. La producción abarca los paneles o módulos fotovoltaicos, los reguladores de carga, inversores de energía (de alterna a continua) y los módulos de almacenamiento. Cabe mencionar que en la instalación de los parques intervienen firmas extranjeras que producen los paneles y luego se importan al país para la instalación en los respectivos parques. También algunas firmas europeas (principalmente españolas y alemanas) que participaron en la construcción y puesta en marcha de los parques solares San Juan I y Cañada Honda”.

El informe continúa estableciendo que: “En el caso de la energía nuclear, la mayor parte de la cadena está en manos de empresas de origen estatal. Solo algunas pocas empresas de origen privado participan en algún eslabón de la cadena de generación de energía nuclear”.

A partir del informe citado, se identificaron 11 sectores que componen las nuevas energías, los cuales concentran el 3% del empleo total, pagan remuneraciones que duplican (en un 106%) al promedio de la economía y han tenido una dinámica de generación del empleo mucho más elevada que el conjunto de la economía (0,9%) (Tabla 6).

Como se mencionó previamente, la definición de estos sectores está dada por la existencia de empresas que pertenecen a la generación de las nuevas energías (o alternativas), algo que, de todos modos, no garantiza que la totalidad de las empresas de estos sectores esté exclusivamente dedicada a la producción de nuevas energías.

TABLA 8.
NUEVAS ENERGÍAS: PRINCIPALES SECTORES CON VÍNCULOS
A TRAVÉS DEL $\bar{SR}^{10}$

Letra	R44	Sector	Cantidad de vínculos >0,5	Cantidad de vínculos >0,75
H	4932	Servicio de transporte por gasoductos	5	3
C	1920	Fabricación de productos de la refinación del petróleo	5	3
C	2813	Fabricación de compresores; grifos y válvulas	8	2
F	4290	Construcción de obras de ingeniería civil n.c.p.	5	2
F	4321	Instalación, ejecución y mantenimiento de instalaciones eléctricas, electromecánicas y electrónicas	5	2
C	2410	Fabricación en industrias básicas de productos de hierro y acero n.c.p.	4	2
C	2651	Fabricación de instrumentos y aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines	4	2
F	4329	Instalaciones para edificios y obras de ingeniería civil n.c.p.	4	2
C	3312	Reparación y mantenimiento de maquinaria	4	2
D	3513	Distribución de energía eléctrica	3	2
C	3314	Reparación y mantenimiento de maquinaria y aparatos eléctricos	3	2
C	3320	Instalación de maquinaria y equipos industriales	3	2
B	620	Extracción de gas natural	2	2
C	2014	Fabricación de resinas y cauchos sintéticos y materias plásticas en formas primarias n.c.p.	2	2
C	2812	Fabricación de bombas	2	2

Fuente: elaboración propia.

El análisis de las vinculaciones mediante el indicador de parentesco de habilidades ($\bar{SR}$) muestra que se trata de un sector con un alto porcentaje de vinculaciones (33,6%) y de intensidad media (Tabla 7). A continuación, si se analizan las relaciones con mayor nivel de intensidad, se observa que sobresalen los vínculos con la industria, la construcción y los servicios de transporte. En particular, se aprecia la relación con los servicios de transporte por gasoductos; la fabricación de productos de la refinación del petróleo; la fabricación de compresores, grifos y válvulas; la construcción de obras de ingeniería civil; la instalación, la ejecución y el mantenimiento de instalaciones eléctricas, electromecánicas y electrónicas; la fabricación en industrias básicas de productos de hierro y acero; la fabricación de instrumentos y aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines; las instalaciones para edificios y obras de ingeniería civil y la reparación y el mantenimiento de maquinaria.

¹⁰ La cantidad de vínculos máximos de una rama a 4 dígitos con el sector de nuevas energías es 11, que es la cantidad de ramas a 4 dígitos que integran el sector de nuevas energías.

Este análisis expone que el entramado de vinculaciones, a partir del parentesco de habilidades y, en consecuencia, de los espacios de diversificación está dominado por las propias cadenas de generación de energía y de producción de petróleo. Paralelamente, se percibe que existen escasas vinculaciones con el comercio, la producción primaria o con otros servicios no conexos con aquellas ramas de actividad.

En efecto, al complementar el análisis observando los vínculos con otros sectores de interés, se confirma la fuerte interrelación existente en el interior del sector de las nuevas energías, ya que el 81% presenta vínculos positivos. En particular, las ramas que mayor intensidad de relación presentan son: la fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos y aparatos de distribución y control de la energía eléctrica, los servicios de apoyo para la extracción de petróleo y gas natural, y la generación de energía.

TABLA 9.
NUEVAS ENERGÍAS: VÍNCULOS A TRAVÉS DEL $\tilde{SR}$ ENTRE SECTORES DE INTERÉS

Sectores de interés	Vínculos		
	Positivos	Total	Positivos %
Biotechnología	26	67	39%
Nuevas energías	93	115	81%
Sectores productores de TIC	17	37	46%
Servicios basados en el conoc.	59	133	44%
Total	195	352	55%

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, al considerar los otros sectores de interés, se observa que el sector de nuevas energías se vincula más intensamente con los servicios basados en el conocimiento (44%) y que, en particular, se presenta una vinculación muy fluida con los servicios de arquitectura e ingeniería y los servicios técnicos y con los ensayos y análisis técnicos (en este caso, 7 de las 11 ramas de actividad de las nuevas energías poseen vínculos de intensidad media con estos dos sectores). También se comprueba que son elevados los vínculos con los sectores productores de TIC (ya que, para el caso, el 46% de los vínculos son positivos) y que, en particular, lo son con la fabricación de componentes electrónicos.

En cambio, la relación con los sectores de la biotecnología se manifiesta menos fluida. En este caso, se aprecia un 39% de vínculos positivos, entre los que se incluyen la fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno y la fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico.

Resulta interesante notar que dado que gran parte de los desarrollos de las nuevas energías suele ser realizada por empresas de los sectores tradicionales y maduros (como el procesamiento de petróleo o la generación de energía eléctrica), el mapa de vinculaciones y, por ende, su potencial diversificador se encuentra muy asociado con el entramado productivo ya existente. Luego, en menor medida, habría un potencial diversificador hacia algunos servicios conexos de apoyo, como los ensayos y análisis técnicos, y los servicios de arquitectura e ingeniería.

4.2.3. SERVICIOS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO

Los servicios basados en el conocimiento (SBC) incluyen a empresas cuyas actividades más relevantes son la producción de *software* original, las aplicaciones móviles, los servicios de *software* para terceros, las aplicaciones web y la consultoría y/o capacitación, los servicios audiovisuales, de telecomunicaciones y marketing digital y otras, relacionadas con el *hardware* y la infraestructura (véanse los Sectores identificados en el Anexo, al final de este capítulo).

Se trata de un sector que tiene como característica destacable el trabajo intensivo y es generador de empleo de alto y medio nivel de calificación. A la vez, es un sector que absorbe, genera y difunde conocimiento, un aspecto esencial en la nueva ronda de especialización-división del trabajo. Por otra parte, al tratarse de servicios crecientemente transables, los SBC se han convertido en una fuente importante de divisas, gracias al notable crecimiento de sus exportaciones durante las últimas décadas. Estudios recientes señalan la importancia de los SBC como *drivers* para la transformación productiva en Argentina, dado que han desarrollado una exitosa inserción en los mercados internacionales y porque tienen un alto potencial para ayudar a la reconversión y el desarrollo de otras actividades productivas (López, 2017).

La identificación de las 16 ramas de actividad que conforman el sector de SBC muestra que las empresas de este sector concentraron en promedio 170.015 puestos de trabajo durante el período analizado, lo que representa el 3% del empleo total. Además, pagaron remuneraciones un 11% superiores al promedio de la economía (\$12.186), en 2014, y han mantenido una dinámica de generación del empleo más elevada que el promedio (Tabla 6).

TABLA 10.
SERVICIOS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO: PRINCIPALES SECTORES
CON VÍNCULOS A TRAVÉS DEL $\overline{SR}^{11}$

Letra	R44	Sector	Cantidad de vínculos >0,5	Cantidad de vínculos >0,75
J	6391	Agencias de noticias	8	6
G	4791	Venta al por menor por Internet, correo, televisión y otros medios de comunicación n.c.p.	9	5
G	4651	Venta al por mayor de equipos, periféricos, accesorios y programas informáticos	8	4
J	6110	Servicios de telefonía fija	6	4
K	6419	Servicios de la banca minorista, mayorista y de intermediación financiera	8	3
M	7220	Investigación y desarrollo experimental en el campo de las ciencias sociales y las humanidades	5	3
S	9511	Reparación y mantenimiento de equipos informáticos	5	3
J	6190	Servicios de telecomunicaciones n.c.p.	7	2
J	5912	Distribución de filmes y videocintas	6	2
J	6120	Servicios de telefonía móvil	5	2
J	6399	Servicios de información n.c.p.	5	2

CONTINÚA EN LA PÁGINA SIGUIENTE

¹¹ La cantidad de vínculos máximos de una rama a 4 dígitos con los servicios basados en el conocimiento es 16, que es la cantidad de ramas a 4 dígitos que integran el sector de SBC.

Letra	R44	Sector	Cantidad de vínculos >0,5	Cantidad de vínculos >0,75
G	4740	Venta al por menor de equipos, accesorios y programas informáticos, aparatos de comunicación	4	2
J	6023	Emisión de señales de televisión por suscripción y producción de programas de televisión	4	2
J	6130	Servicios de telecomunicaciones vía satélite, excepto servicios de transmisión de televisión	4	2
N	8291	Servicios de agencias de cobro y calificación crediticia	4	2

Fuente: elaboración propia.

El análisis de las vinculaciones realizado a través del indicador de parentesco de habilidades ($\bar{SR}$) muestra que se trata del sector con mayor porcentaje de vinculaciones (35,6%), de intensidad media (Tabla 7). Esta caracterización lo ubica como el sector que mayor potencial diversificador tiene, entre los nuevos sectores de interés.

En el caso de las interacciones con ramas que no pertenecen a los sectores de interés, sobresalen los vínculos con actividades relacionadas, por ejemplo, con los servicios conexos y el comercio: las agencias de noticias; la venta al por menor por Internet, por correo, televisión y otros medios de comunicación; la venta al por mayor de equipos, periféricos, accesorios y programas informáticos; los servicios de telefonía fija; los servicios de la banca minorista, mayorista y de intermediación financiera no bancaria; la investigación y el desarrollo experimental en el campo de las ciencias sociales y las humanidades; la reparación y el mantenimiento de equipos informáticos; los servicios de telecomunicaciones; la distribución de filmes y videocintas; los servicios de telefonía móvil; los servicios de información; la emisión de señales de televisión por suscripción y producción de programas de televisión; y los servicios de agencias de cobro y calificación crediticia. Esta primera descripción muestra que las vinculaciones son heterogéneas en términos de la cadena a la cual pertenecen, ya que no están dominadas por una en particular, lo cual confirma –en cierta medida– la versatilidad esperada respecto de los SBC.

Durante el análisis complementario, se confirma que los SBC son los que mayor parentesco de habilidades presentan con el resto de los sectores de interés, ya que el 58% de las vinculaciones se manifiestan como positivas (Tabla 11). A continuación, con quien más se vinculan a través del indicador de parentesco de habilidades es con sus propios sectores, ya que alcanzan un 77% de vínculos positivos dentro de su propio ámbito, en particular, con los servicios de informática, los servicios de consultores en informática y suministros de programas de informática, el procesamiento y hospedaje de datos y las actividades conexas, y los servicios de publicidad.

Luego, le sigue en importancia la vinculación con los sectores productores de TIC (en ese caso, el 51% de las vinculaciones son positivas) y, en especial, con la fabricación de equipos y productos informáticos y con la fabricación de equipos de comunicaciones y transmisores de radio y televisión.

Por otro lado, los vínculos con los sectores de las nuevas energías (44%) son más fuertes con la venta al por mayor de máquinas, equipos y materiales conexos, con los servicios de apoyo y con la fabricación de equipos eléctricos. Por último, con los sectores de la biotecnología las vinculaciones son un poco menores (en este caso, el 32% son positivas), y se conectan con la fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos, y con la fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno.

TABLA 11.
SERVICIOS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO: VÍNCULOS A TRAVÉS DEL $\bar{S}R$ ENTRE SECTORES DE INTERÉS

Sectores de interés	Vínculos		
	Positivos	Total	Positivos %
Biotecnología	25	79	32%
Nuevas energías	59	133	44%
Sectores productores de TIC (OECD)	22	43	51%
Servicios basados en el conoc.	166	216	77%
Total	272	471	58%

Fuente: elaboración propia.

Además, se observa que, si bien predominan las conexiones con otros sectores de servicios por sobre las vinculaciones existentes con la industria o los sectores primarios, el sector de servicios básicos del conocimiento es el que posee el mayor potencial diversificador, medido a través del indicador de parentesco de habilidades. Este resultado es complementario del análisis de la sección anterior, que demuestra que las actividades de SBC se encuentran presentes en cinco de los seis grupos conformados, con predominio del grupo 6 (enseñanza, salud, turismo, radio y TV por cable), el grupo 4 (heterogéneo con la cadena de información y comunicación) y, en menor medida, en el grupo 5 (turismo, servicios de entretenimiento, comercio, banca minorista y servicios profesionales) (véase Tabla 4).

4.2.4. BIOTECNOLOGÍA

A partir de la información provista por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva 2012,¹² fue posible identificar las empresas de biotecnología del país y emplearlas en este estudio para analizar el sector. Estas empresas se desarrollan principalmente en el campo de la salud humana, el sector agropecuario, la salud animal y los insumos industriales. En el presente estudio, también se incorporó a los sectores productores de biodiesel y bioetanol.

¹² El padrón de empresas biotecnológicas utilizado para ese estudio se basó en Gutman, G. 2010. "Hacia una tipología de empresas biotecnológicas en Argentina", Documento de trabajo N° 1, CEUR-CONICET, en línea: www.ceur-conicet.gov.ar

Según Gutman y Lavarello (2009): “Existe un conjunto de atributos que caracterizan a la moderna biotecnología (MB), los cuales se expresan en las diferentes configuraciones sectoriales de los mercados biotecnológicos. Se destacan los siguientes: (i) la dependencia decisiva de los desarrollos en las ciencias básicas, lo que significa que la empresa biotecnológica es una empresa basada en la ciencia y que a la vez participa activamente en su desarrollo; (ii) una base científica y tecnológica en continuo desarrollo de naturaleza multidisciplinaria que incluye entre otros a la biología molecular, la microbiología, la bioquímica, la química, la ingeniería y los recientes desarrollos de la biociencia; (iii) el carácter genérico y transversal de las tecnologías que la conforman, que posibilita su difusión en diversos sectores productivos y de servicios; (iv) los diferentes niveles de complementariedad y ruptura con tecnologías existentes, que se traducen en distintos grados de acumulatividad tecnológica y de creación/desplazamiento de empresas; y (v) los importantes impactos productivos sobre el entramado económico (relaciones proveedores-clientes, alianzas público-privadas). Estos atributos particulares hacen que la MB no pueda asimilarse a un sector o una rama industrial ya que está conformada por un conjunto de tecnologías en constante desarrollo, de aplicación en una amplia gama de industrias y servicios”.

En América Latina, Argentina se destaca, luego de Brasil, por los avances alcanzados en el campo de la MB. Su difusión tiene lugar principalmente en las áreas de salud humana y de producción agropecuaria, es decir, en actividades donde el país tiene ventajas competitivas, capacidades empresariales sustantivas y desarrollos productivos previos importantes.

La identificación de las siete ramas de actividad que conforman el sector muestra que concentran en promedio 99.882 puestos de trabajo en el período estudiado, lo que representa el 1,8% del empleo total. En 2014, se pagaron remuneraciones un 11,7% superiores a las del promedio de la economía (\$12.186). Estas ramas de actividad han tenido una dinámica de generación del empleo ligeramente más elevada que el conjunto de la economía (Tabla 6).

Las vinculaciones de la biotecnología a través del indicador de parentesco de habilidades ($\overline{SR}$) presentan una proporción más elevada de vínculos con intensidad alta, relativamente mayor a la del resto de los nuevos sectores (Tabla 7).

Los vínculos más intensos a través de los flujos de empleo de los sectores de la biotecnología se dan con los sectores de la cadena de valor agroindustrial, como la elaboración de aceites y grasas de origen vegetal; la venta al por mayor de abonos, fertilizantes y plaguicidas; los servicios de contratistas de mano de obra agrícola; el cultivo de soja, oleaginosas y girasol; el cultivo de bulbos, raíces, hortalizas, papa, batata, mandioca y legumbres; la fabricación de cosméticos, perfumes y productos de higiene y tocador; la destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas; la venta al por mayor de cereales, oleaginosas y forrajeras; los servicios de envase y empaque; la venta al por mayor en comisión o consignación; la extracción de sal; la elaboración de azúcar; la fabricación de resinas, cauchos sintéticos y materias plásticas en formas primarias; la molienda de trigo y preparación de arroz. En menor medida, también se vincula con la fabricación de productos de la refinación del petróleo (Tabla 12).

TABLA 12.
BIOTECNOLOGÍA: PRINCIPALES SECTORES CON VÍNCULOS
A TRAVÉS DEL $\bar{S}R^{13}$

Letra	R44	Sector	Cantidad de vínculos >0,5	Cantidad de vínculos >0,75
C	1040	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal	6	4
G	4669	Venta al por mayor de abonos, fertilizantes y plaguicidas, artículos de plástico y productos intermedios	5	4
C	2023	Fabricación de cosméticos, perfumes y productos de higiene y tocador	6	2
C	1101	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas	5	2
G	4621	Venta al por mayor de cereales (incluye arroz), oleaginosas y forrajeras	4	2
N	8292	Servicios de envase y empaque	4	2
G	4610	Venta al por mayor en comisión o consignación	3	2
B	893	Extracción de sal	2	2
C	1072	Elaboración de azúcar	2	2
C	2014	Fabricación de resinas y cauchos sintéticos y materias plásticas en formas primarias n.c.p.	2	2
C	1061	Molienda de trigo y preparación de arroz	3	1
C	1920	Fabricación de productos de la refinación del petróleo	3	1
A	161	Servicios de contratistas de mano de obra agrícola	3	1
A	112	Cultivo de soja, oleaginosas y girasol	2	1
A	113	Cultivo de bulbos, raíces, hortalizas, papa, batata, mandioca y legumbres	2	1

Fuente: elaboración propia.

El sector de la biotecnología es el que menores vinculaciones presenta con el resto de los sectores de interés. En este sentido, solo el 43% de las vinculaciones son positivas. En cambio, presenta una alta vinculación interna (es decir, entre los propios sectores que lo componen) y, en este caso, el 70% de los vínculos existentes entre los sectores internos de la biotecnología son positivos (Tabla 13).

Con los sectores de las nuevas energías, se observa que los vínculos existentes son positivos en el 39% de los casos. En especial, con la fabricación de gases industriales y medicinales comprimidos o licuados, con materias químicas y con la reparación y el mantenimiento de máquinas y equipo.

¹³ La cantidad de vínculos máximos de una rama a 4 dígitos con los sectores productores de biotecnología es 7, que es la cantidad de ramas a 4 dígitos que componen el sector.

TABLA 13.
BIOTECNOLOGÍA: VÍNCULOS A TRAVÉS DE $\widetilde{SR}$ ENTRE SECTORES DE INTERÉS

Sectores de interés	Vínculos		
	Positivos	Total	Positivos %
Biotecnología	33	47	70%
Nuevas energías	26	67	39%
Sectores productores de TIC	6	18	33%
Servicios basados en el conoc.	25	79	32%
Total	90	211	43%

Fuente: elaboración propia.

Con el siguiente sector con el que se vincula la biotecnología es con los productores de TIC (el 33% de los vínculos son positivos) y, en particular, con la fabricación de receptores de radio y televisión, aparatos de grabación y reproducción de sonido y video, y con la gama de productos conexos. En tanto, es un poco menor la densidad de los vínculos con los servicios basados en el conocimiento, donde los vínculos son positivos en un 32%. En especial, la relación se da con la investigación y el desarrollo experimental en el campo de la ingeniería y de las ciencias exactas y naturales, con los ensayos y análisis técnicos y con las actividades profesionales, científicas y técnicas. Este comportamiento demuestra que el sector de ensayos y análisis técnicos posee un alto parentesco de habilidades no solo con la biotecnología, sino también con las nuevas energías, lo que ubica al sector como una intersección importante entre los tres sectores de interés.

Este análisis, junto con el de grupos, confirma el carácter transversal de esta tecnología, dado que sus diferentes actividades no se encuentran concentradas en un solo grupo, por el contrario, están dispersas en cuatro de los seis grupos conformados (véase la Tabla 4). Esta cualidad puede conformar un indicador del potencial de diversificación que la biotecnología ofrece hacia sectores no agrupados en una cadena específica, sino como una tecnología de aplicación en sectores diversos.

4.2.5. SECTORES PRODUCTORES DE TIC

Los sectores productores de bienes TIC se identifican a partir de lo propuesto en el Manual de Lisboa 2009. La definición del sector clasifica como empresas productoras de bienes TIC a aquellas donde los productos están fundamentalmente orientados a cumplir con la función de procesar y comunicar información por medios electrónicos, incluyendo la transmisión y visualización. Por otra parte, los sectores de servicios de apoyo al uso de TIC ya están incluidos a través de los SBC.

Los cinco sectores productores de TIC concentran el 0,3% del empleo total y, en 2014, pagaron remuneraciones un 58% superiores al promedio de la economía (\$12.186). Ello implica que han tenido una dinámica de generación de empleo mucho más elevada que el conjunto de la economía.

TABLA 14.
SECTORES PRODUCTORES DE TIC: PRINCIPALES SECTORES
CON VÍNCULOS A TRAVÉS DEL $\bar{SR}$

Letra	R44	Sector	Cantidad de vínculos >0,5	Cantidad de vínculos >0,75
G	4651	Venta al por mayor de equipos, periféricos, accesorios y programas informáticos	3	2
C	2750	Fabricación de aparatos de uso doméstico n.c.p.	2	2
G	4645	Venta al por mayor de electrodomésticos y artefactos para el hogar	2	2
G	4652	Venta al por mayor de equipos de telefonía y comunicaciones	3	1
C	2930	Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores y sus motores n.c.p.	2	1
F	4321	Instalación, ejecución y mantenimiento de instalaciones eléctricas, electromecánicas y electrónicas	2	1
G	4740	Venta al por menor de equipos, accesorios y programas informáticos, aparatos de comunicación	2	1
J	6190	Servicios de telecomunicaciones n.c.p.	2	1
C	2817	Fabricación de maquinaria y equipo de oficina, excepto equipo informático	1	1
C	2819	Fabricación de maquinaria y equipo de uso general n.c.p.	1	1
H	5243	Servicios complementarios para el transporte aéreo	1	1
J	6110	Servicios de telefonía fija	1	1
S	9511	Reparación y mantenimiento de equipos informáticos	1	1
J	6120	Servicios de telefonía móvil	3	0
C	2740	Fabricación de lámparas eléctricas y equipo de iluminación	2	0

Fuente: elaboración propia.

Las vinculaciones de los sectores productores de TIC a través del indicador de parentesco de habilidades ($\bar{SR}$) son las más bajas (29,6%), ya sea en intensidad media como en alta (Tabla 7).

Las vinculaciones de los sectores productores de TIC con el resto de los sectores de interés son relativamente altas (el 52% de los vínculos son positivos). Con las ramas del propio sector también casi todas las relaciones existentes son favorables: el 51% de los vínculos con los servicios basados en el conocimiento son positivos, especialmente con los servicios de consultores en informática y suministros de programas de informática y con los servicios de informática. Luego le siguen en importancia los vínculos con las ramas de las nuevas energías, donde el 46% de los existentes son positivos y sobresalen la fabricación de equipos eléctricos y la venta al por mayor de máquinas, equipos y materiales conexos. Por último, son menores las vinculaciones con el sector de la biotecnología, donde solo el 33% de los vínculos existentes son positivos.

TABLA 15.
SECTORES PRODUCTORES DE TIC: VÍNCULOS A TRAVÉS DEL $\tilde{SR}$
ENTRE SECTORES DE INTERÉS

Sectores de interés	Vínculos		
	Positivos	Total	Positivos %
Biotecnología	6	18	33%
Nuevas energías	17	37	46%
Sectores productores de TIC	15	17	100%
Servicios basados en el conoc.	22	43	51%
Total	60	115	52%

Fuente: elaboración propia.

Por último, los sectores productores de TIC presentan un menor potencial diversificador entre los cinco sectores de interés y constituyen un conjunto donde predominan las relaciones hacia adelante de la cadena de valor, en particular, con los sectores de ventas y servicios.

5. COMENTARIOS FINALES

Una primera conclusión del ejercicio realizado en este capítulo es que el indicador de parentesco de habilidades, utilizado como una medida estadística de los desvíos respecto de los flujos de referencia “aleatorios”, aporta elementos útiles para la descripción del complejo sistema de interacciones entre industrias al nivel de detalle utilizado (4 dígitos del clasificador de actividades CIIU Rev 4). El indicador permite obtener una descripción estructural de los flujos de empleo e información útil para la descripción de los sectores productivos, mediante un criterio de afinidad que surge de la demanda de capacidades de su fuerza de trabajo. Este primer análisis –si bien es exploratorio– resulta promisorio y abre un camino de profundización en la aplicación de nuevos métodos interdisciplinarios que logran aportar poder explicativo al análisis de fenómenos como el de la movilidad laboral.

Desde el punto de vista de los agrupamientos explorados, se logró una interesante segmentación del mapa de habilidades en el que, a pesar de la heterogeneidad interna, existe cierta segmentación en términos de los requerimientos de habilidades. Por un lado, las actividades primarias se dividen en solo tres grupos, con una clara diferenciación en términos de productividad (grupos 2, 3 y 4). En este sentido, la industria manufacturera, si bien se encuentra más dispersa, se separa por mitades iguales en dos de los grupos (grupos 1 y 2), donde el grupo 2 está definido como el núcleo productivo que concentra actividades de alta productividad y se expresa en mayores niveles de remuneraciones y generación de empleo de calificación media, en tanto, el grupo 1 se identifica con la industria de menor productividad.

Por otro lado, si bien los sectores de servicios están mayormente agrupados juntos, aparecen como nexo con la industria (grupo 1) y, en menor medida, con los sectores primarios (grupos 2, 3 y 4). También se observa una clara segmentación en términos de género. En este sentido, se identifica al grupo 6 como predominantemente generador de empleo femenino, mientras que los grupos 2 (núcleo productivo) y 3 (sectores primarios e industria de menor productividad) son predominantemente masculinos.

Estas segmentaciones requieren, seguramente, de un mayor esfuerzo de validación y de análisis de robustez respecto de parámetros como el nivel de detalle y los criterios de agrupamiento. Además, en este trabajo se dejaron de lado algunas de las importantes implicancias de la metodología de parentesco de habilidades para evaluar y predecir la diversificación productiva, en pos de explorar la utilidad del indicador respecto de la caracterización y segmentación de los intercambios de empleo entre industrias, específicamente, con miras al diseño de políticas públicas.

Por otra parte, la elección de los seis grupos surgió de la observación del dendrograma resultante del agrupamiento jerárquico aglomerativo, según el criterio del “vecino más lejano”. Sin embargo, para lograr la interpretación adecuada acerca de grupos de afinidad basados en habilidades relacionadas, seguramente resulte de utilidad profundizar el análisis de interrelaciones sectoriales, a la luz de una mayor información sobre las cadenas productivas y de la exploración de un número mayor de agrupamientos, que permitan lograr una identificación más intuitiva de los grupos y una mejor comprensión sobre las limitaciones del método. En particular, se destaca la importancia de continuar con un proceso de validación realizado por expertos de los agrupamientos explorados, incorporando en el análisis nuevas dimensiones y nuevos atributos.

El presente estudio buscó identificar el potencial diversificador de los nuevos sectores de interés, aplicando el “indicador de parentesco de habilidades”. En el marco de una alta proporción de vinculaciones, cada sector presenta diferencias importantes respecto de cuáles son los sectores con los que se observa un mayor grado de parentesco.

El análisis muestra que los servicios basados en el conocimiento (SBC) constituyen el sector con mayor nivel de vinculaciones (35,6%), lo que lo ubica como el que mayor potencial diversificador tiene entre los nuevos sectores de interés. Este resultado es complementario del análisis de los grupos, que manifiesta de qué manera las actividades de SBC se encuentran presentes en cinco de los seis grupos determinados, con predominio en el grupo 6 (enseñanza, salud, turismo, radio y TV por cable), el grupo 4 (heterogéneo con la cadena de la información y comunicación) y, en menor medida, en el grupo 5 (turismo, servicios de entretenimiento, comercio, banca minorista y servicios profesionales).

Por otra parte, es interesante notar que dado que gran parte de los desarrollos de las nuevas energías suelen ser realizados por empresas de los sectores tradicionales y maduros (como el procesamiento de petróleo o la generación de energía eléctrica), el mapa de vinculaciones y, por lo tanto, su potencial diversificador está muy asociado con el entramado productivo ya existente. En menor medida, tienen potencial diversificador hacia algunos servicios conexos de apoyo, como los ensayos y análisis técnicos y los servicios de arquitectura e ingeniería.

Las vinculaciones de la biotecnología a través del indicador de parentesco de habilidades (SR) no se presentan como las mayores (33,2%) pero sí, son las de mayor intensidad. El análisis de los grupos confirma el carácter transversal de esta tecnología, dado que sus actividades no se encuentran concentradas en un solo grupo sino que, por el contrario, están dispersas en cuatro de los seis grupos conformados. Este comportamiento podría ser

un indicador del potencial de diversificación que ofrece hacia sectores no agrupados en una cadena específica, sino como tecnología de aplicación en sectores diversos.

Un aspecto interesante del análisis es que una actividad de los SBC, específicamente los ensayos y análisis técnicos, tiene un alto nivel de parentesco de habilidades tanto con las nuevas energías como con la biotecnología. Este resultado puede reflejar el carácter de nodo destacado como intersección entre los tres sectores de interés.

Por último, se observa que el sector productor de TIC tiene un menor potencial diversificador y básicamente predominan en él las relaciones de parentesco de habilidades con los eslabones hacia adelante de la cadena de valor y, en particular, con los sectores de ventas y servicios.

Como extensiones posibles y deseables de este trabajo, surge de forma natural la inquietud de cuantificar el potencial de diversificación de los nuevos sectores, como también el deseo de profundizar el estudio pormenorizado de los grupos obtenidos, su estabilidad en el tiempo y la sensibilidad a variaciones en la agregación de la información. Otra extensión natural debería completar el desarrollo del espacio industrial (Neffke y Henning, 2008) derivado de las interconexiones intersectoriales obtenidas a partir de la matriz del indicador de parentesco de habilidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gutman, G. y Lavarello, P. 2009. “Nuevos paradigmas tecnológicos y políticas de ciencia, tecnología e innovación: los casos de la moderna biotecnología y la nanotecnología”. *Pensamiento Iberoamericano*, N° 2, 2ª época, 2009/2, pp. 173-200.
- López, A. 2017. “Los servicios basados en conocimiento. ¿Una oportunidad para la transformación productiva en Argentina?” Secretaría de la Transformación Productiva, Ciclo 2017, Seminarios de Desarrollo Productivo, 5 de mayo.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Secretaría de Planeamiento y Políticas. 2012. “Empresas biotecnológicas beneficiarias de los instrumentos de financiación del FONTAR”. Marzo de 2012. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22596
- Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación, Subsecretaría de Planificación Económica, Dirección Nacional de Planificación Sectorial. 2016. Informe de cadena de valor de las energías alternativas. AÑO 1 - N° 25. Diciembre de 2016. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/2017/SSPE_Cadena_de_Valor_Renovables.pdf
- Neffke, F. y Henning, M. 2008. “Revealed Relatedness: Mapping Industry Space”. *Papers in Evolutionary Economic Geography* (PEEG) 0819. Utrecht University, Department of Human Geography; Spatial Planning, Group Economic Geography. Disponible en: <https://ideas.repec.org/p/egu/wpaper/0819.html>
- _____. 2013. “Skill Relatedness and Firm Diversification”. *Strategic Management Journal* 34 (3). Wiley Online Library, pp. 297-316.
- Neffke, F., Otto, A. y Weyh, A. 2012. “Spot the Differences! The Invariable Nature of Skill-Relatedness in Germany”. Disponible en: http://druid8.sit.aau.dk/acc_papers/29cclx04rxug8st5gmx79ybmif9.pdf
- _____. 2017a. “Inter-Industry Labor Flows”. *Journal of Economic Behavior & Organization* 142 (C), pp. 275-292. Disponible en: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:jeborg:v:142:y:2017:i:c:p:275-292>
- _____. 2017b. “Skill-Relatedness Matrices for Germany: Data Method and Access”. *FDZ Method en report 2017 04_en*. Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (IAB), Nürnberg [Institute for Employment Research, Nuremberg, Germany]. Disponible en: https://EconPapers.repec.org/RePEc:iab:iabfme:201704_en
- Tan, P., Steinbach, M. y Kumar, V. 2005. *Introduction to data mining*. First edition. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA.
- WEF. 2018. FOP Readiness for the Future of Production Report.

ANEXO. IDENTIFICACIÓN DE SECTORES DE INTERÉS Y GRÁFICOS DE AGRUPAMIENTOS EN BRECHA W / VAR CAGR

A partir de la bibliografía específica (WEF, 2018) y de los testimonios de informantes claves aportados por la Subsecretaría de Servicios Tecnológicos y Productivos del Ministerio de Producción y de la Subsecretaría de Estudios y Prospectiva del MINCyT, se identificó un grupo de sectores de interés que dan cuenta de la producción de las nuevas tecnologías transversales, la producción global en la frontera tecnológica y las actividades de alto potencial innovador.

En este sentido, se identificaron los siguientes sectores (a 4 dígitos del CIUU revisión 4):

- los servicios basados en el conocimiento (SBC),
- la biotecnología,
- los sectores productores de bienes TIC,
- las nuevas energías.

En las siguientes páginas de este Anexo, se presentan la Tabla de sectores de interés y los Gráficos de agrupamientos en Brecha W / Var CAGR que exponen el comportamiento de los nuevos sectores de interés, que fueron identificados y analizados en el presente capítulo.

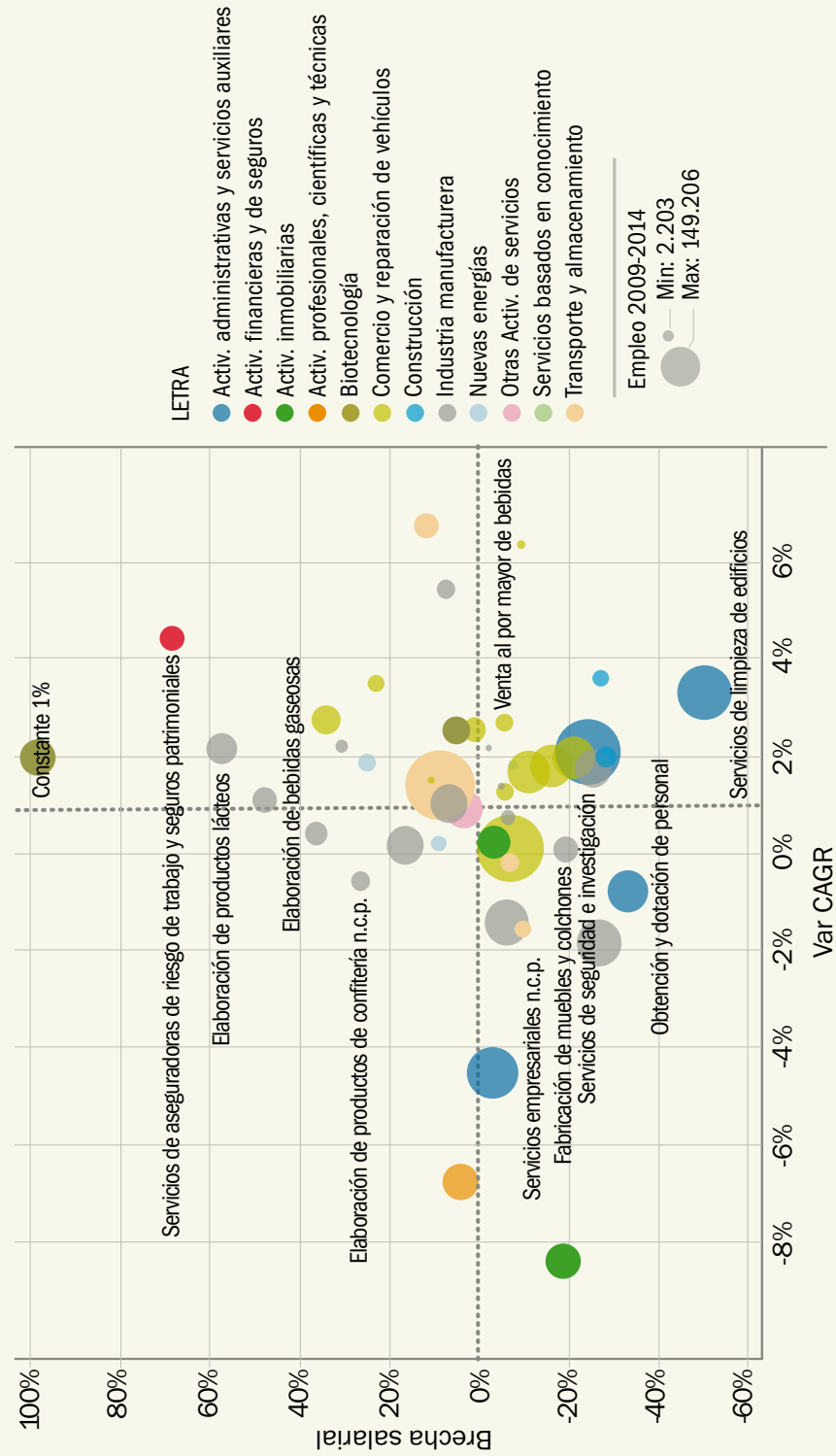
TABLA A.1.
NUEVOS SECTORES: RAMAS A 4 DEL CIUU REV 4 Y EMPLEO PROMEDIO, PERÍODO 2009-2014

Nuevo sector	Rama a 4 dig rev4	Descripción	Empleo prom. 2009-2014
Biotechnología	130	Producción de semillas híbridas de cereales y oleaginosas (AGRO)	5.288
Biotechnología	2013	Abonos y compuestos de nitrógeno (AGRO)	661
Biotechnología	2021	Insecticidas, plaguicidas y productos químicos de uso agropecuario (AGRO)	7.391
Biotechnología	1079	Elaboración de productos alimenticios n.c.p. (Insumos industriales)	30.276
Biotechnología	2029	Fabricación de productos químicos n.c.p. (Insumos Industriales)	16.411
Biotechnología	2100	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales (Salud)	37.328
Biotechnología	2012	Producción de biodiesel y bioetanol	2.528
Nuevas energías	610	Extracción de petróleo crudo	16.518
Nuevas energías	910	Servicios de apoyo para la extracción de petróleo y gas natural	40.217
Nuevas energías	2011	Gases industriales y medicinales comprimidos o licuados	7.022
Nuevas energías	2420	Productos primarios de metales preciosos y metales no ferrosos	4.634
Nuevas energías	2710	Motores, generadores y transformadores eléctricos y aparatos de distribución y control de EE	9.899
Nuevas energías	2790	Fabricación de equipo eléctrico	4.825
Nuevas energías	3030	Fabricación y reparación de aeronaves	1.736
Nuevas energías	3319	Reparación y mantenimiento de máquinas y equipo n.c.p.	2.789
Nuevas energías	3511	Generación de energía	8.031
Nuevas energías	4222	Construcción y reforma de redes distribución de electricidad, gas, agua, telecomunicaciones	38.399
Nuevas energías	4659	Venta al por mayor de máquinas, equipo y materiales conexos n.c.p.	14.878
Sectores productores de TIC (OECD)	2610	Fab. de componentes electrónicos	656
Sectores productores de TIC (OECD)	2620	Fab. de equipos y productos informáticos	4.354

Sectores productores de TIC (OECD)	2630	Fab. de equipos de comunicaciones y transmisores de radio y televisión	2.381
Sectores productores de TIC (OECD)	2640	Fab. de receptores de radio y TV, aparatos de grabación y reproducción de sonido y video	8.360
Sectores productores de TIC (OECD)	2680	Fabricación de soportes ópticos y magnéticos	10
Servicios basados en el conocimiento	5911	Producción y distribución de filmes	1.393
Servicios basados en el conocimiento	6201	Consultoría en informática y suministro de programas	905
Servicios basados en el conocimiento	6202	Consultoría en equipo de informática	216
Servicios basados en el conocimiento	6203	Consultoría en tecnología de la información	34.423
Servicios basados en el conocimiento	6209	Actividades de informática n.c.p.	7.423
Servicios basados en el conocimiento	6311	Procesamiento y hospedaje de datos	154
Servicios basados en el conocimiento	6312	Portales "web"	624
Servicios basados en el conocimiento	6910	Servicios jurídicos	24.412
Servicios basados en el conocimiento	6920	Servicios de contabilidad, auditoría y asesoría fiscal	31.857
Servicios basados en el conocimiento	7110	Arquitectura e ingeniería	39.334
Servicios basados en el conocimiento	7120	Ensayos y análisis técnicos	3.651
Servicios basados en el conocimiento	7210	Investigación y desarrollo en ingeniería y exactas y naturales	3.637
Servicios basados en el conocimiento	7310	Publicidad	15.839
Servicios basados en el conocimiento	7320	Estudio de mercado, realización de encuestas de opinión pública	3.005
Servicios basados en el conocimiento	7410	Servicios de diseño especializado	448
Servicios basados en el conocimiento	7490	Actividades profesionales, científicas y técnicas n.c.p.	2.695

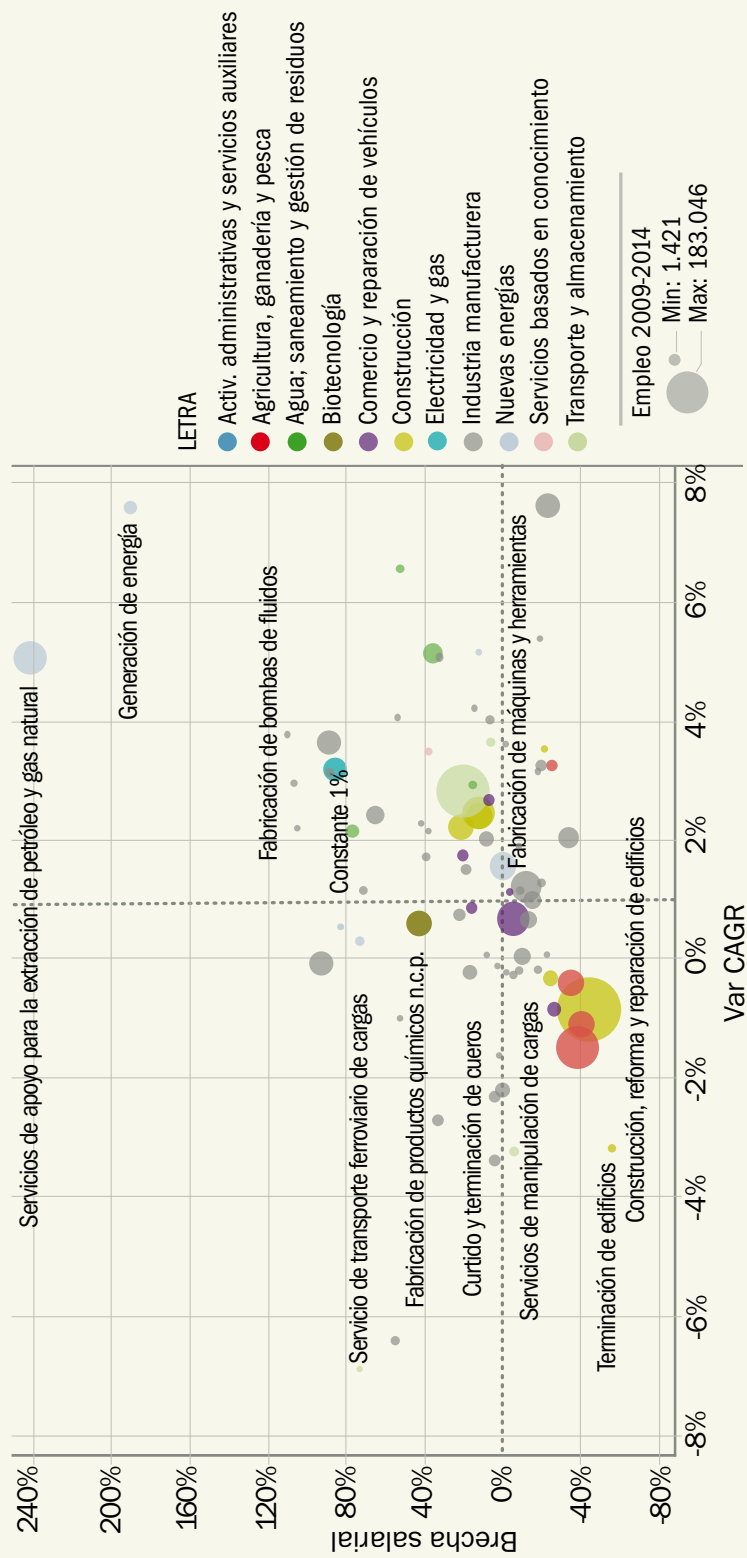
Fuente: elaboración propia sobre la base del OEDE (MTEySS).

GRÁFICO A.1.
GRUPO 1. SERVICIOS DE APOYO A LA PRODUCCIÓN E INDUSTRIA
DE BAJA TECNOLOGÍA



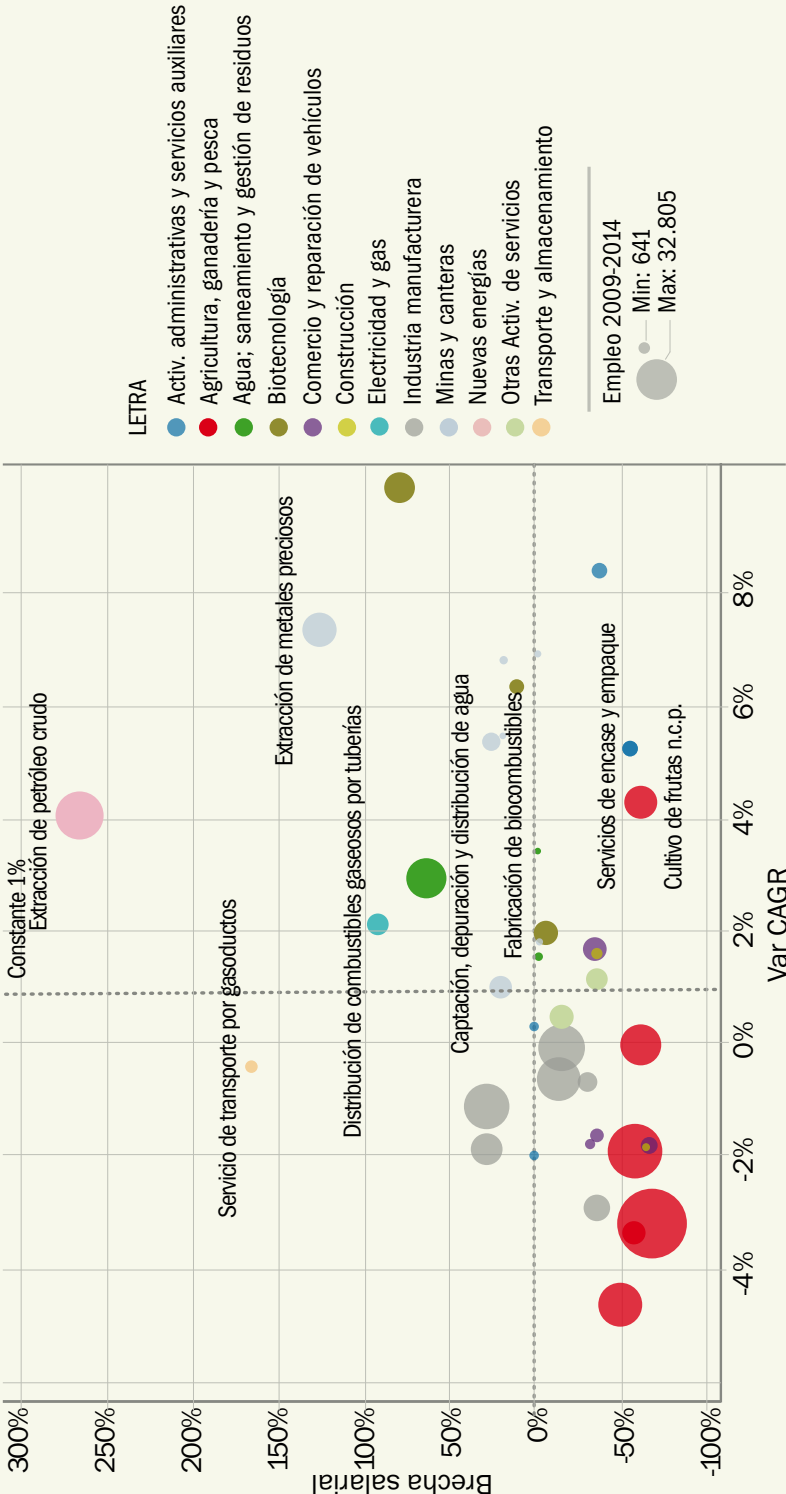
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO A.2.
GRUPO 2. NÚCLEO PRODUCTIVO



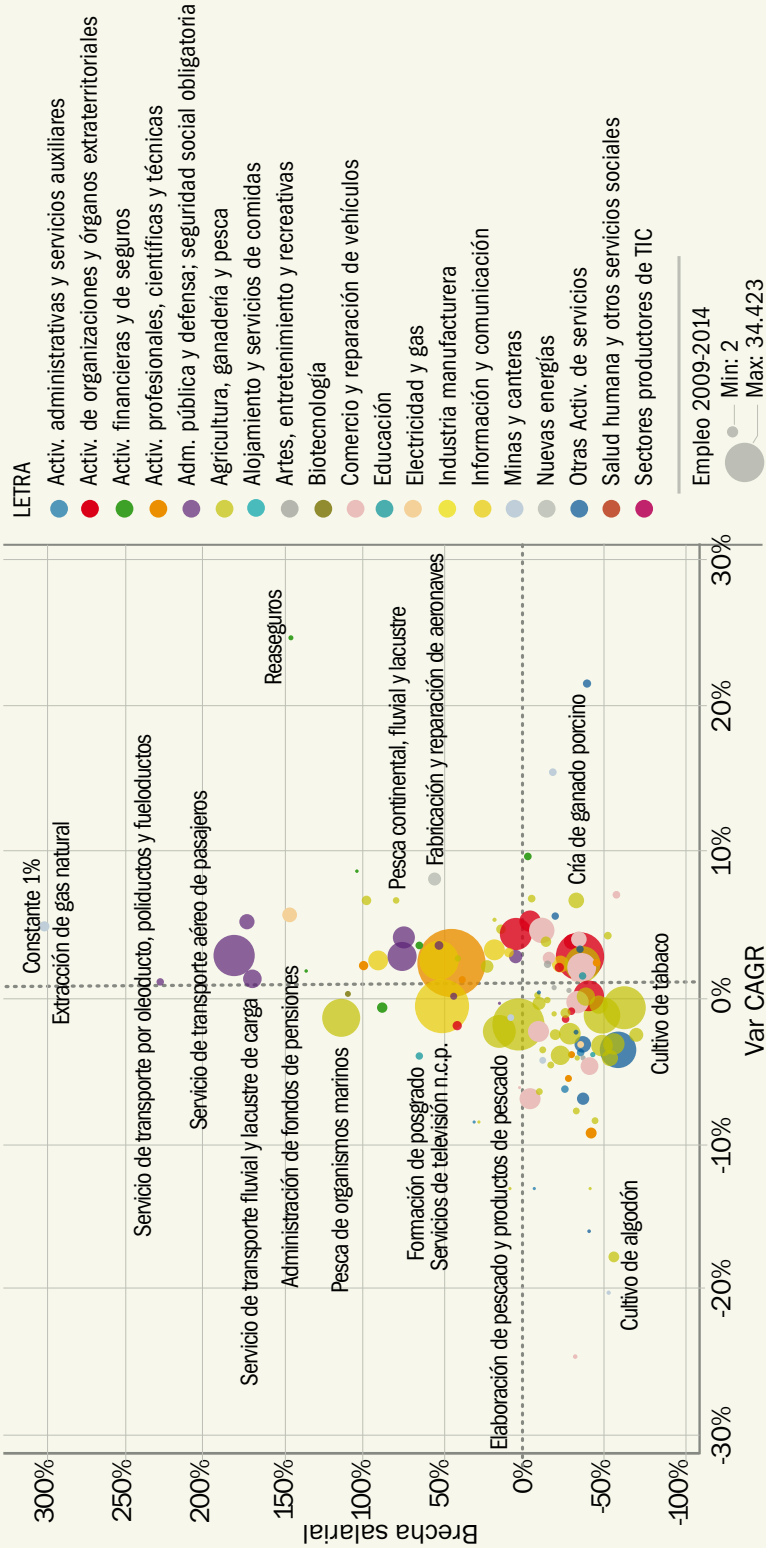
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO A.3.
GRUPO 3. SECTORES PRIMARIOS E INDUSTRIA DE MENOR PRODUCTIVIDAD



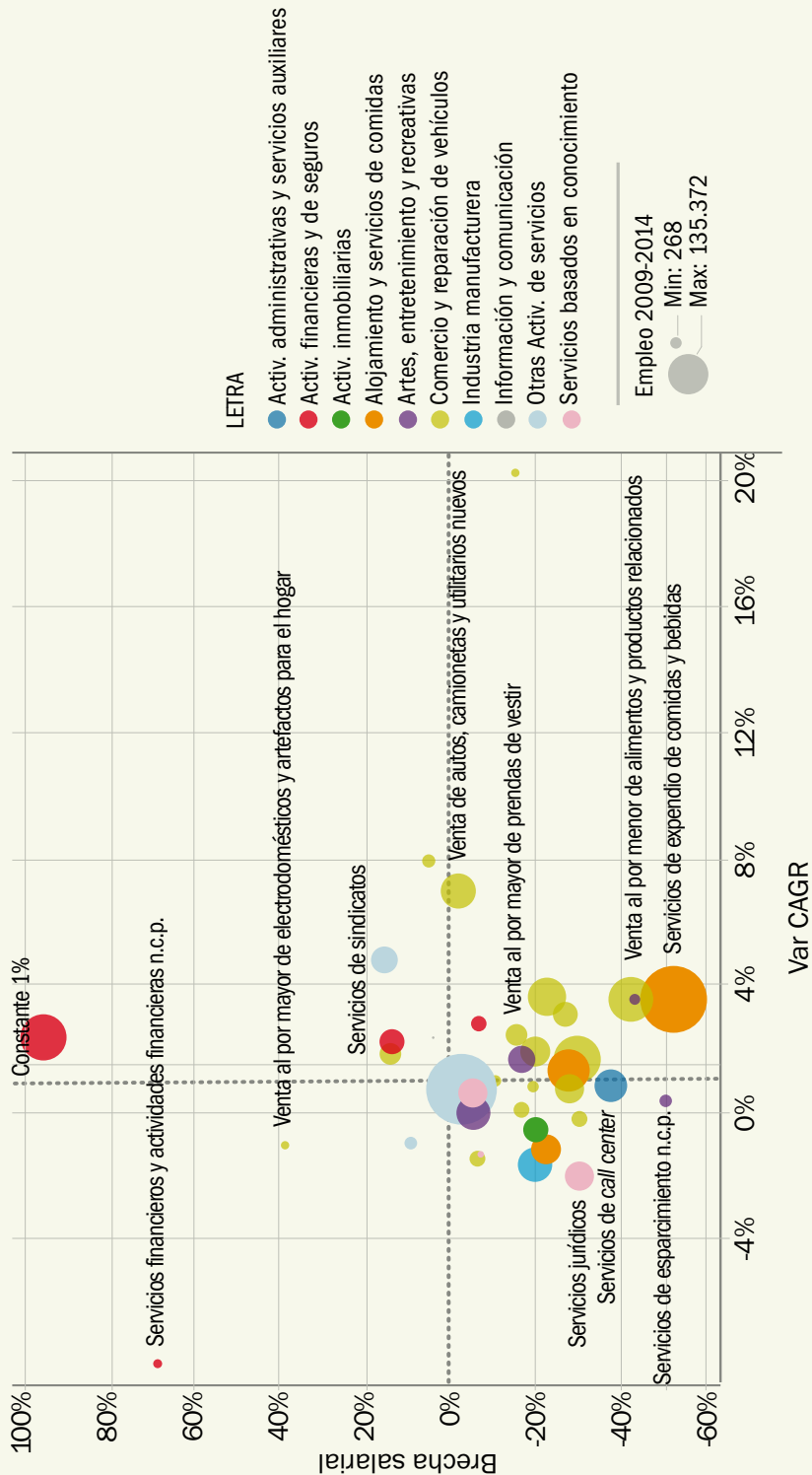
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO A.4.
GRUPO 4. HETEROGÉNEO



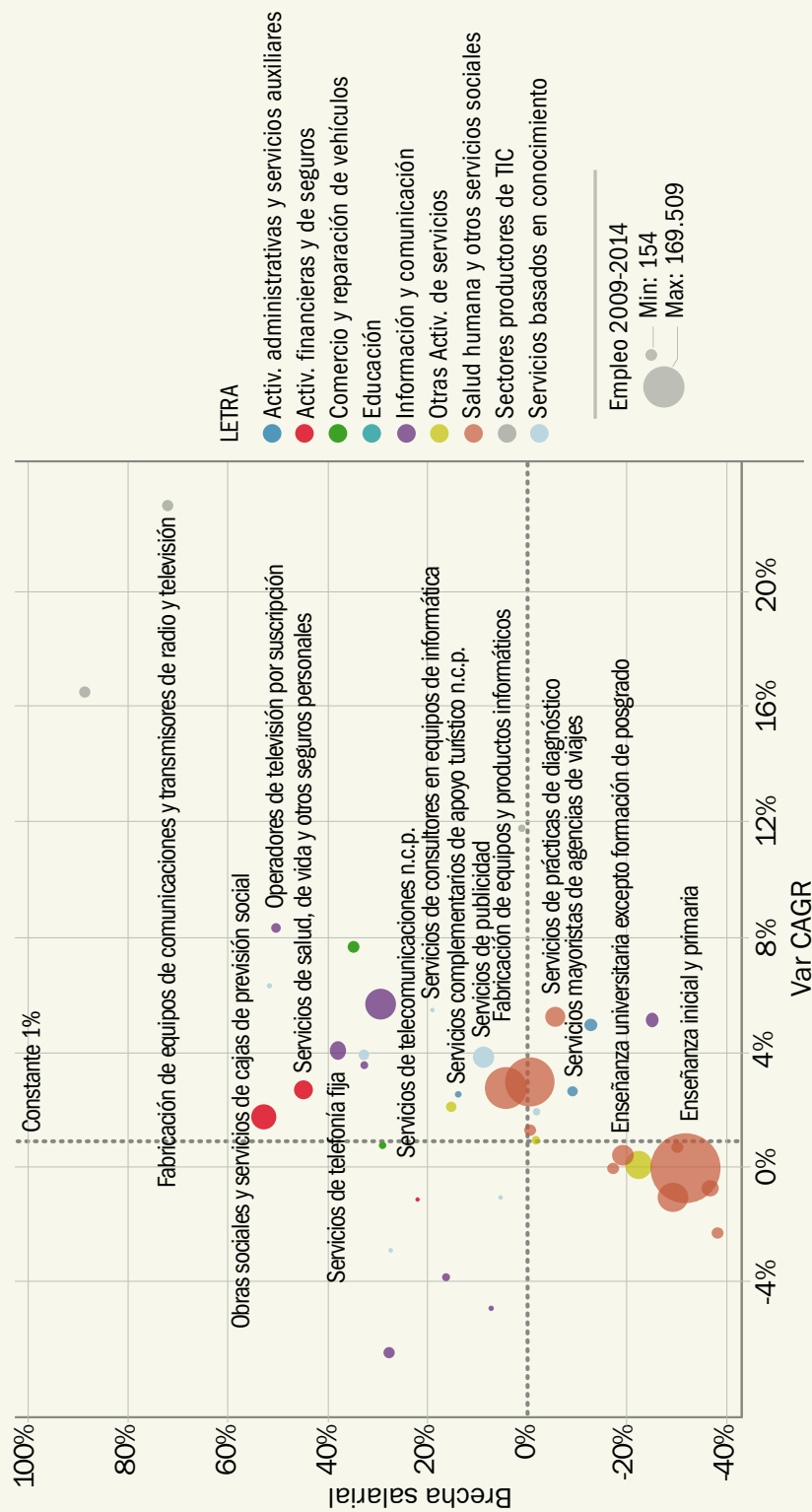
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO A.5.
GRUPO 5. TURISMO, SERVICIOS DE ENTRETENIMIENTO, COMERCIO, BANCA MINORISTA
Y SERVICIOS PROFESIONALES



Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO A.6.
GRUPO 6. ENSEÑANZA, SALUD, RADIO Y TV POR CABLE



Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO A.7.
GRUPOS POR PARTICIPACIÓN FEMENINA Y DIFERENCIAL SALARIAL

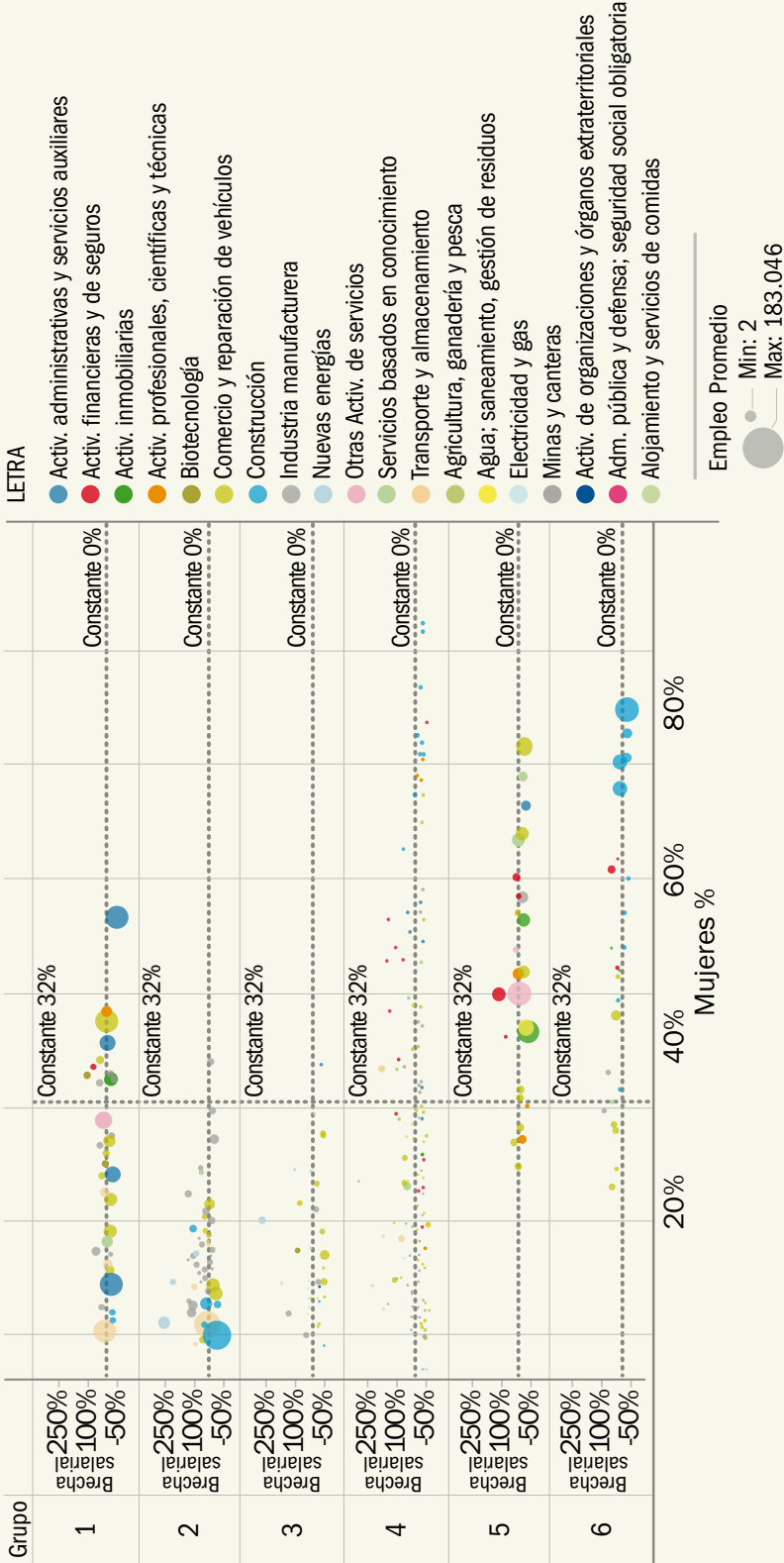
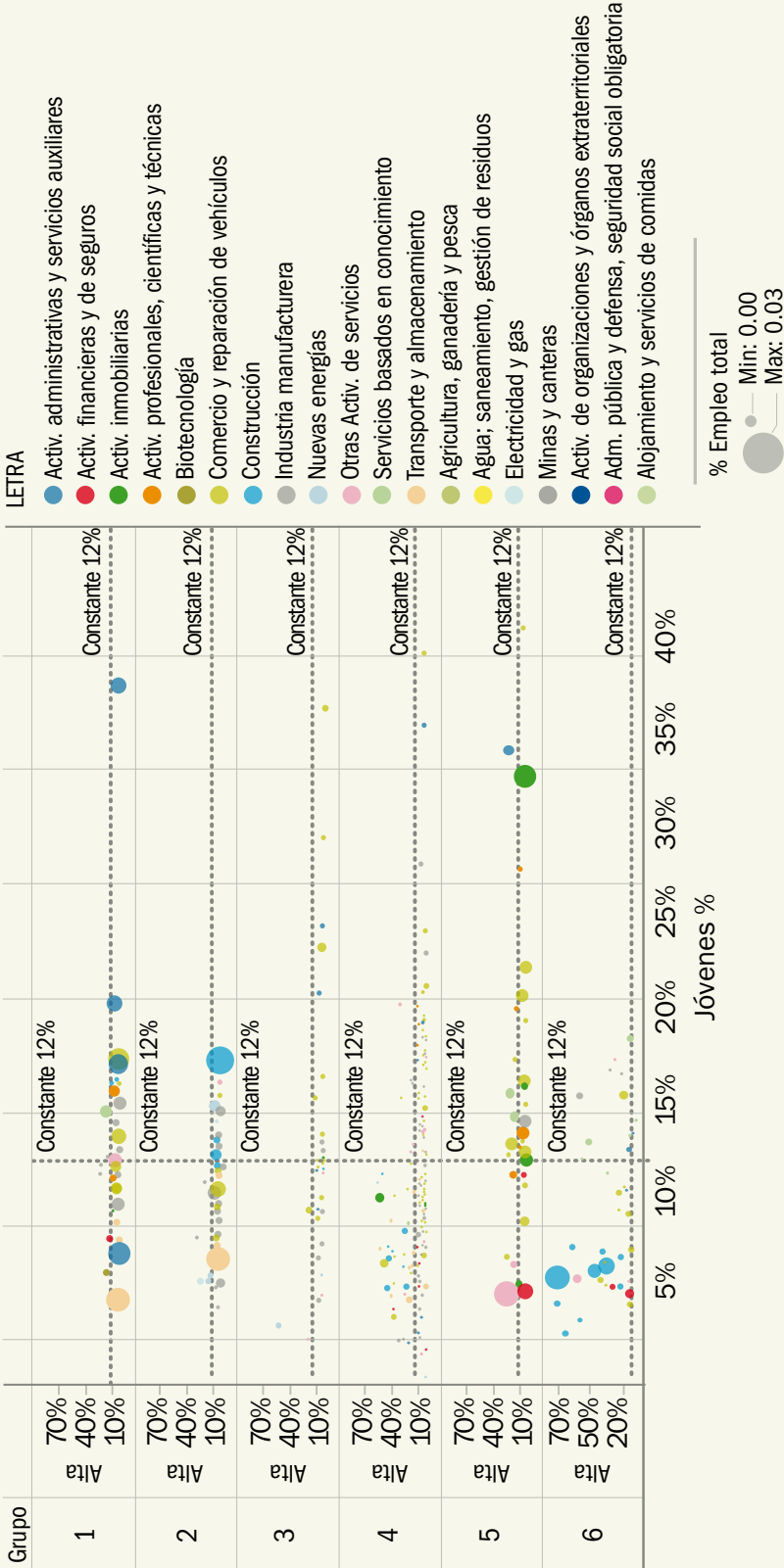


GRÁFICO A.8.
GRUPOS POR PARTICIPACIÓN DE JÓVENES Y ALTA CALIFICACIÓN DEL EMPLEO



CAPÍTULO 3

CAMBIOS TECNOLÓGICOS, INNOVACIÓN Y COMPETENCIAS OCUPACIONALES EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

ANA CATALANO

INTRODUCCIÓN

Pensar el futuro del trabajo invita a revisar el concepto de “cualificación”. La sociología del trabajo se ha debatido, en forma permanente, con el fantasma de una supuesta tendencia histórica a la descualificación del trabajo, a la expropiación de los saberes de los trabajadores y a la recreación constante, en los sistemas productivos modernos, de formas degradantes o alienantes de las actividades laborales. El análisis de la cualificación de los trabajadores bajo la influencia del cambio tecnológico retoma recurrentemente el debate sobre la expropiación de sus saberes productivos, la posible descualificación del trabajo realizado y la pérdida de control por parte de sus ejecutantes, tanto sobre la concepción del producto y los procedimientos para concretarlo, como sobre el ritmo y la productividad. El trabajo automatizado representa una externalización del control sobre el ritmo de trabajo y una pérdida en la autonomía del trabajador en materia de toma de decisiones e intervenciones oportunas (Monteiro Leite, 1996).

Pero las cualificaciones no se vinculan, exclusivamente, con las prestaciones que ofrece una determinada tecnología. En un cambio tecnológico interviene un conjunto de relaciones sociales externas e internas a las empresas, un conjunto de instituciones que regulan su aplicación desde el campo de la ciencia y la tecnología hasta la producción, el sistema educativo y de formación a lo largo de la vida, los mercados de trabajo (salario mínimo, distribución del ingreso, negociación colectiva, negociación sobre la organización del trabajo, sobre las condiciones de su ejercicio y las modalidades de contratación), entre otras.

Por lo tanto, un sistema de innovación va más allá de la generación de nuevas tecnologías, nuevos materiales, del diseño de nuevos procesos, la aplicación de energías renovables y ecológicas o de nuevas metodologías de marketing. Un sistema de innovación se constituye como un fenómeno político y social, como un nuevo paradigma tecno-económico.

En este capítulo se analiza cómo el impacto de los cambios tecnológicos y de la innovación sobre las competencias ocupacionales puede y debe ser regulado por los actores sociales, como partícipes activos de la sociedad del conocimiento.

1. CAMBIO DE PARADIGMA DE LOS MODELOS PRODUCTIVOS Y CUALIFICACIONES

Los modelos de organización del trabajo que se desarrollaron durante los siglos XIX y XX (taylorista-fordista, producción flexible, toyotismo) representaron esquemas de productividad endógena. La sociedad del conocimiento, por el contrario, requiere de paradigmas productivos y organizacionales abiertos a comunidades de aprendizaje donde la cualificación y la formación continua de los trabajadores constituyen aspectos centrales para la gestión de las tecnologías.

Lo novedoso del movimiento de organización del trabajo que se inició con el taylorismo –y que se replicó y perfeccionó en el fordismo y en el toyotismo– fue la instauración de principios y prácticas racionales destinadas a la preparación, la ejecución y el control del trabajo. Estas prácticas nunca pretendieron subsumir las acciones reales a las prescritas, sino que han actuado como principios organizadores y orientadores que han tendido puentes entre las acciones reales y las prescritas por las oficinas técnicas, y que permitieron a la gestión movilizar los saberes tácitos de los trabajadores. Los departamentos técnicos de las empresas establecieron protocolos para orientar y organizar los procesos de trabajo buscando maximizar su eficiencia y productividad. Sin embargo, fueron conscientes de que las normas no deberían sustituir el trabajo real, sino orientarlo y tornarlo más eficiente.

En materia de cualificaciones, tanto el taylorismo como el fordismo requirieron que el sistema educativo formara a supervisores, técnicos e ingenieros y, a lo largo de su desarrollo, que ofreciera capacitaciones específicas para mantener el nivel de eficiencia de los operarios. Las críticas a las formas de organizar el trabajo bajo estos modelos se centraron más en la necesidad de enriquecer las tareas, favorecer la rotación entre puestos como forma de paliar la pérdida de motivación originada por los sistemas de puestos estáticos, con escasa carrera ocupacional interna y con exiguas mejoras salariales.

Después de la década de 1980, y con el desarrollo del sector terciario, los trabajos de baja cualificación progresivamente representaron una magnitud reducida en la pirámide de puestos de trabajo. Los requerimientos de cualificación se orientaron hacia la polifuncionalidad (funciones de gestión, de programación y ajuste de equipos, de mantenimiento ligero, de control de calidad en la industria), la polivalencia (operaciones diversas de mayor complejidad técnica) y la utilización de habilidades sociales de comunicación y de cooperación para optimizar el trabajo en equipo. En el caso de los servicios, las competencias requeridas se basaron en el desarrollo de capacidades vinculadas con las relaciones interpersonales, la asistencia técnica, la asesoría, las ventas y la atención al cliente.

Los modelos productivos actuales,¹ propios de la sociedad del conocimiento y de los esquemas de innovación permanente, impulsan una estrategia de utilización más intensiva de las tecnologías de la comunicación y de las capacidades del trabajador para dar

¹ El paradigma de los modelos organizativos basados en la innovación permanente se basa en: a) el uso intensivo de la información, el rediseño permanente de los productos, los procesos, el uso de materiales, los nuevos servicios; b) la producción puede independizarse en forma relativa de la escala o de los mercados locales; c) la sistematización a nivel organizacional para encontrar nichos de pérdida de productividad; d) el monitoreo dinámico que sustituye al planeamiento rígido; e) las informaciones en redes desde la base. En efecto, la intensidad de la información provoca profundas modificaciones en la ingeniería de productos y procesos y el surgimiento de nuevos productos, procesos y servicios y tipos de empresas, que alteran las pautas de la competencia internacional.

respuestas *ad hoc* a partir de disponer de información pertinente. Estos modelos están menos basados en la división del trabajo dentro de las firmas y redefinen los procesos integrando operaciones y haciendo un uso más intensivo de la tecnología que interconecta puestos en el interior de las firmas y entre firmas que trabajan en red. La productividad y la eficiencia se basan cada vez menos en la intensidad del trabajo físico y cada vez más en la intensidad del conocimiento aplicado.

Las cualificaciones, en las economías desarrolladas, han descrito una evolución que demuestra una segmentación articulada. En el segmento más integrado y virtuoso, no se verifica una profundización de la división del trabajo, sino una ampliación de las tareas y funciones que son atribuidas a los trabajadores y una mayor movilización de sus competencias individuales y colectivas. Los sistemas de trabajo otorgan mayores grados de libertad y autonomía en la resolución de problemas productivos. Esta mayor exigencia de autonomía y responsabilidad requiere de una formación general más compleja, una actualización permanente de saberes específicos y la puesta en juego de saberes transversales. El trabajo se ha cualificado en un sentido diferente de lo que ha ocurrido con los oficios.

Desarrollar sistemas de innovación implica construir relaciones económicas dentro y fuera de las firmas, con actores sociales y económicos y de la comunidad científica vinculados por una relación de aprendizaje y de desarrollo mutuo y compartido. En este sentido, los sistemas de innovación se alejan completamente de la imagen del mundo gobernado por máquinas manejadas desde un comando central, para pensar en comunidades de aprendizaje que actúan en redes.

La transformación de los modelos productivos hacia sistemas basados en la innovación requiere la creación de nuevas instituciones y de nuevas relaciones sociales entre actores y sistemas que serán tejidos durante décadas de interacción y de creación de códigos comunes. Rodrik, en un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2017) afirma que serán las instituciones públicas las que crearán el ecosistema que motorizará la innovación, poniendo a disposición de este proceso recursos públicos monetarios y no monetarios, tangibles e intangibles. Los sistemas de innovación necesitan combinarse con economías o segmentos altamente competitivos y con una institucionalidad fuerte de los sistemas educativos formales y no formales. También, con políticas públicas que fortalezcan los sectores de actividad estratégicos para el patrón de especialización que sostenga el sistema productivo de un país, creando un marco jurídico adecuado y estimulando nuevas visiones del mundo.

En otras palabras, las nuevas ocupaciones se redefinirán en términos de cantidad de empleo, cualificaciones, condiciones de contratación y condiciones de trabajo, según las decisiones políticas que tomen los actores sociales, y, por lo tanto, no constituyen un simple resultado o “impacto” de la aplicación de nuevas tecnologías. De hecho, son los senderos institucionales que se recorren los que condicionan los efectos sociales. En este sentido, América Latina deberá redefinir las instituciones económicas y sociales para superar la fuerte heterogeneidad estructural que presentan sus sistemas productivos, la debilidad de sus sistemas de innovación y la segmentación de los sistemas educativos y de formación a lo largo de la vida.

Ante cualquier cambio tecnológico de magnitud, se tiende a analizar, en primer lugar, su efecto sobre el empleo y, en segundo lugar, su efecto sobre las cualificaciones. En la era de la informatización masiva de los puestos de trabajo, se ha considerado, en especial, la merma de aquellas ocupaciones en las que predominaba el ejercicio de tareas rutinarias sin necesidad de tomar decisiones de envergadura, que pueden ser fáciles de codificar en

algoritmos y en secuencias de programación informática. Incluso se ha estudiado el efecto “crisis económicas” y la elección de estrategias de “automatización”.²

Las actividades susceptibles de ser automatizadas involucran, por lo general, tareas manuales que se desarrollan en entornos altamente estructurados y predecibles o actividades de recopilación y procesamiento de datos que pueden ser fácilmente programables. Las computadoras son herramientas útiles para realizar estas tareas rutinarias manuales o cognitivas simples, mientras que las actividades no rutinarias, al presentar dificultades para su codificación y para la programación de las decisiones alternativas, son menos susceptibles de ser automatizadas. Esto nos permite concluir que la automatización, al reemplazar ciertas tareas en una determinada posición de trabajo, redefine esa ocupación dándole un contenido más complejo sin necesariamente suprimirla. Esto reduce el impacto de la automatización sobre el empleo pero no sobre las cualificaciones, ya que cambia la naturaleza de las tareas exigidas.

Así, en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), solo alrededor de un 9% de los puestos de trabajo tienen riesgo de ser automatizados, con un diferencial que oscila entre un 12% en Austria, Alemania y España, hasta un 6% o menos en Finlandia y Estonia. Se constata que hay tareas que desaparecen y ocupaciones que se reformulan.³ Nübler et al. (2016) plantea que el cambio tecnológico difiere entre países porque el impacto depende significativamente de las capacidades sociales, de las elecciones sociales y políticas que se realizan pero no, de los mercados. El eje de su argumento es que el cambio tecnológico y el futuro del empleo no son productos del determinismo, sino que deben ser modelados por las relaciones sociales. Por ello, el desafío para las políticas públicas es fomentar la dinámica del aprendizaje de la sociedad y la transformación económica.

La teoría evolucionista neoschumpeteriana (Schumpeter, 1942, 1944; Freeman y Soete, 1997), complementada con el enfoque de sistemas de innovación, permite entender la innovación como un fenómeno endógeno, una propiedad emergente del sistema económico-institucional, de los aprendizajes colectivos, de la creación de sistemas de valores y cosmovisiones compartidas. Esta teoría no se reduce a la academia, sino que la encontramos presente en un documento de la Comisión Ad Hoc de los Estados Unidos, que, en 2013, señaló que la innovación no debe ser considerada como un conjunto dado de tecnologías específicas, sino como el resultado de procesos institucionales, desarrollo de capacidades y generación de incentivos al sistema productivo. Este capítulo señala que una mayor competitividad por parte de los Estados Unidos requiere de un conjunto de instituciones, personas y programas asociados con este objetivo común que involucre políticas de gobierno, sistemas educativos, empresas con espíritu de riesgo, etc.⁴

² Un estudio del Instituto McKinsey sostiene que el 44% de las empresas que redujeron su plantilla desde la crisis de 2008 lo hicieron automatizando las tareas rutinarias y los trabajos repetitivos. Se conoce que la automatización podría mejorar la productividad a nivel mundial de un 0,8% a un 1,4% anualmente.

³ En los Estados Unidos, mientras que el denominado “trabajo independiente” y los trabajos por “agencia de empleo” están creciendo en las últimas décadas, los avances de las tecnologías de la información hacen más fácil el acceso a esas oportunidades de empleo y, en algunos casos, propician el hecho de operarlos vía Internet. Esto permitió un crecimiento de nuevas empresas basadas en la tecnología mediatizada por la *on demand* o el empleo *gig* (esporádico y de pocas horas), tanto entre los trabajadores de alta como de baja calificación. El 25% del trabajo en los Estados Unidos sería en modalidad autónoma (Sundararajan, 2016).

⁴ Disponible en: www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/amp_final_report_annex_1_technology_development_july_update.pdf

La tradición evolucionista schumpeteriana establece una relación entre innovación y empleo que se vincula más a la dinámica macroeconómica e institucional que a la dinámica microeconómica de las firmas. Los procesos de circulación de conocimientos y de aprendizajes así generados se basan en instituciones que promueven modelos productivos, de organización de los procesos de trabajo, investigaciones en ciencia y en desarrollo tecnológico, formaciones por parte del sistema educativo y de formación continua de cuadros técnicos y operativos, alianzas interempresarias (entre empresas y con instituciones del sistema de ciencia-tecnología-educación) y participación activa de las relaciones laborales (Yoguel et al., 2013).

Esta mediación institucional permite que los efectos de la innovación sobre el mercado de trabajo puedan ser regulados por instancias de negociación colectiva que generen propuestas de protección del empleo, de los estándares laborales, de la forma de organizar los procesos de trabajo y de movilizar las cualificaciones (polivalencia y autonomía requeridas y formadas). La sociedad del conocimiento se introduce así en los modelos productivos solo si genera una masa crítica de cualificaciones y capacidades de gestión. Para eso, resulta fundamental el desarrollo de los cuadros técnicos de las organizaciones (ingenieros, supervisores, especialistas y jefaturas intermedias) y de las cualificaciones, competencias, capacidades y *habitus*⁵ de los trabajadores que intervendrán fuertemente en concretar o ralentizar las incorporaciones de innovaciones en una organización.

Los estudios sobre los sistemas de producción global y las cadenas mundiales de suministro (CMS) de mayor densidad tecnológica e innovadora señalan que las empresas estarían privilegiando para su localización el tamaño del mercado, las capacidades y los saberes locales, las actividades de las firmas instaladas, los procesos de innovación que se incorporan, la existencia de redes, la infraestructura logística (comercial, de transporte, de servicios, de comunicación) y los incentivos gubernamentales. En términos más inmediatos, buscan la reducción de los costos de logística, de transacción, mejora de calidad y aumento de velocidades de respuesta y flexibilidad organizacional. Para ser parte de una CMS, ya no es suficiente presentar bajos costos laborales, sino ofertar trabajadores cualificados y capacidades empresariales con alta propensión a la adaptación y a la especialización de la oferta en los servicios, mientras los eslabones centrales se reservan los conocimientos productivos estratégicos que, como tales, no pueden ser sustituidos fácilmente.⁶

En este nuevo escenario, aparecen tendencias contradictorias entre la disminución de costos laborales, como estrategia de corto plazo y de fácil aplicación por las empresas a través de los mecanismos de subcontratación y de precarización laboral, y la necesidad que presentan los nuevos sistemas productivos de contar con trabajadores cualificados que ponen en juego sus competencias individuales y colectivas en la resolución de problemas productivos. La incógnita consiste en saber si esta reprofesionalización⁷ que se observa en las economías centrales y la demanda de profundización en los requerimientos de cualificación

⁵ El *habitus* enunciado por Pierre Bourdieu es un esquema referencial de acción que se construye en ámbitos de socialización primaria y a lo largo de la vida y que sobredetermina las percepciones que se tienen y las decisiones que se toman en los diversos campos de acción.

⁶ Estos movimientos son aún incipientes: 2,5% para las firmas estadounidenses y 16% para las europeas (Offshoring Research Network).

⁷ Los diferentes modelos –alemán, sueco, italiano, japonés– se han orientado, en las últimas décadas, a integrar a sus trabajadores en proyectos innovadores como forma de producir aprendizajes que refuercen sus competencias colectivas y saberes tácitos.

pueden extrapolarse a todos o a algunos de los eslabones de la subcontratación. Hasta ahora, en la mayoría de los casos de subcontratación lo que ha ocurrido es que se han profundizado las desigualdades profesionales y sociales de los trabajadores. Sin embargo, se trata de un campo donde se podrían restaurar estándares laborales mediante legislaciones adecuadas y la fiscalización de los Estados.

Actualmente, en el nuevo ciclo de globalización e innovación, se está revirtiendo este movimiento de descentralización y algunas actividades están volviendo a reintegrarse en las economías con otra definición tecnológica (mediante mayores niveles de automatismos en la producción y menores oportunidades de empleo). En este escenario, las ventajas de la descentralización de la producción hacia países en desarrollo de más bajos costos laborales ya no despertarían fuertes expectativas entre los empresarios e incluso podría decirse, al modo de Rodrik (BID, 2017), que los países con cadenas de subcontratación globales insertadas en su territorio podrían sufrir una “desindustrialización prematura” y no reproducir el sendero de desarrollo de los países del Sudeste Asiático. Esta relocalización ocasionaría una reindustrialización con bajo empleo en los países desarrollados, una desindustrialización y pérdida de empleo en los países en desarrollo y economías emergentes y cambios sustanciales en las estructuras de comercialización.

La relocalización de los eslabones de una cadena mundial de suministro (CMS) genera nuevas relaciones entre la industria y los servicios tecnológicos de apoyo. Este fenómeno otorga un menor peso relativo a los costos salariales en la toma de decisiones para la localización de inversiones y una mayor importancia a la existencia de pymes que ofrezcan servicios tecnológicos, logísticos y colaborativos avanzados a las empresas del entramado productivo.⁸

Los autores mencionados consideran que un sistema de innovación desarrolla tanto instituciones tangibles como intangibles. Entre las instituciones tangibles, se destacan las gestiones de gobierno, los programas, las regulaciones, el fomento de los diversos tipos de agencias descentralizadas de desarrollo, las políticas productivas, las de regulación del trabajo, las de formación, las de ciencia y tecnología, las políticas de incentivos a la innovación, la marca país, la observancia de normas comerciales y de competitividad. Entre las instituciones intangibles que más influyen, se encuentran la cultura y los valores compartidos, los hábitos, las creencias, las prácticas políticas y las relaciones laborales (con sus institutos de salario mínimo, negociación colectiva, inspección del trabajo, las políticas activas de empleo, los cambios de hábitos y rutinas en los procesos de trabajo en materia de calidad e innovación permanente). En este sentido, la creación y difusión de una “cultura tecnológica” valorada y deseada por los actores resulta fundamental. Esta cultura debe tener una vocación universal y evitar la exclusión de segmentos poblacionales (ya sea por su edad, género, situación de informalidad en el mercado de trabajo o por su nivel educativo), porque esa exclusión generaría barreras de acceso a la formación y al empleo.

El grado de profundidad y fortaleza de los procesos de innovación en una sociedad dependerá de las capacidades tecnológicas y organizacionales de las firmas, de los estímulos

⁸ Los cambios estructurales que provocaría, a mediano plazo, una relocalización industrial en las economías desarrolladas indican la necesidad de que los países en desarrollo establezcan estrategias muy claras acerca de los costos laborales. Una rebaja de los costos laborales y, particularmente, del costo salarial empobrece a la población de los países en desarrollo y no mejora su competitividad relativa. El reposicionamiento de las economías en desarrollo se basará en el fortalecimiento de sus sistemas de innovación y, en especial, de las cualificaciones y el nivel de escolaridad que alcance su población, así como en el desarrollo de empresas de servicios como parte del entramado productivo.

que proponga el Estado para favorecer el desarrollo de esos procesos y de la contribución que haga el sistema educativo y de ciencia y tecnología para proveer al mundo del trabajo de personal cualificado e idóneo.

2. CAMBIO TECNOLÓGICO, EMPLEO Y CUALIFICACIONES

La Tercera Revolución Industrial se plasmó en las décadas de 1970 y 1980 con los descubrimientos científicos y tecnológicos en los campos de la energía nuclear, la energía renovable, las ciencias espaciales, la invención de nuevos materiales, el desarrollo de la informática y de la microelectrónica y en las innovaciones del campo de la biotecnología (organismos transgénicos). Convergió, así, las nuevas tecnologías de la comunicación con los nuevos sistemas de energía. Por primera vez, las aplicaciones tecnológicas se diseminaron profusa y extensamente en los campos de la industria, de los servicios (financieros, administrativos, bancarios, de salud) y en el agro.

La Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0),⁹ que irrumpió en la última década,¹⁰ se generó sobre la base tecnológica de la revolución anterior, pero profundizando la investigación permanente y el desarrollo de aplicaciones en el campo de la cibernética y de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), de la inteligencia artificial, de la robótica, de la “Internet de las cosas”, de la *cloud computing*, del desarrollo de la impresión 3D, de la nanotecnología, de la biología y la bioquímica y del uso extensivo de energías renovables. Esta revolución tecnológica no se define por un conjunto de tecnologías emergentes, sino por la transición hacia nuevos sistemas ciberfísicos, que combinan infraestructura física con *software*, sensores, nanotecnología y tecnología digital de comunicaciones.

La Industria 4.0 se orienta a crear “fábricas inteligentes” en las que los sistemas ciberfísicos controlan modularmente los procesos físicos, crean una copia virtual del mundo físico y toman decisiones descentralizadas. En la Internet de las cosas, los sistemas ciberfísicos se comunican y cooperan entre sí, al mismo tiempo que lo hacen con las personas en tiempo real y vía Internet. Gran parte de lo que hoy llamamos “inteligencia artificial” (AI) se basa en sólidos fundamentos estadísticos. Las computadoras cuentan con la capacidad de aprender a partir de utilizar programas con algoritmos que se inspiran en el funcionamiento de nuestro sistema neuronal. Se trata de las llamadas “redes neuronales artificiales”, que dan paso a lo que conocemos como *deep learning* (aprendizaje profundo). La AI se desarrolla a través de *statistical learning* (aprendizaje estadístico), que crea modelos que permiten anticipar resultados, errores o fallas en todos los campos (véase el capítulo 1 de este libro, Molina et al.).

En América Latina y, particularmente en países como Argentina, Brasil y México, los procesos de modernización han generado una fuerte heterogeneidad estructural que dio origen a procesos de reconversión productiva desarticulados y asimétricos, además de presentar dificultades de infraestructura informática para enfrentar la implementación de un modelo basado en la Industria 4.0. Este fenómeno ha convergido con procesos de descentralización

⁹ Según Klaus Schwab (2016): “Estamos al borde de una revolución tecnológica que modificará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. En su escala, alcance y complejidad, la transformación será distinta de cualquier cosa que el género humano haya experimentado antes”.

¹⁰ El concepto de “Industria 4.0” fue acuñado en abril de 2011 en la Feria de Hannover.

productiva, de pérdidas de empleo, de tercerización y de precarización de las relaciones de trabajo, junto con el surgimiento de nuevos tipos de “servicios a las empresas” (*software*, logística, ingeniería de procesos), que crean expectativas sobre la generación de nuevas demandas productivas pero conviven con escasa generación de empleo (Yoguel *et al.*, 2013).

El avance de las tecnologías digitales, las comunicaciones, la robótica, los nuevos materiales y la Internet de las cosas contribuirá, sin duda, a mejorar el bienestar de la población, siempre y cuando se tomen los recaudos institucionales de realizar inversiones complementarias que traduzcan este avance en términos de un modelo de desarrollo, de distribución del ingreso, de facilitación del acceso de la población a la educación y la salud y que se establezcan estrategias de reducción de aquellas desigualdades que se podrían generar. Solo de esta manera, la productividad de la economía redundará en empleo y mayores ingresos. El potencial de las nuevas tecnologías es enorme, sin embargo, aún estamos en los primeros años de su desarrollo y en un contexto donde la desigualdad social es alta, las relaciones laborales adquieren “formas deslaborizantes”, la precarización del trabajo aumenta, las cualificaciones se polarizan y no siempre la mayor rentabilidad de las empresas genera una mayor equidad social. Es importante considerar en los análisis de “impacto” la institucionalidad creada para dar soporte a las ventajas sociales y productivas que pueda proporcionar el cambio tecnológico.

Sin dudas, el abaratamiento de los costos de una nueva tecnología puede inducir su aplicación intensiva en tareas rutinarias. Sin embargo, toda tarea, por más rutinaria que sea, requiere del compromiso de una serie de habilidades cognitivas y manuales no rutinarias que están sujetas a atender imprevistos y que, por eso mismo, no son fácilmente codificables para su automatización. Las capacidades del trabajador, su experiencia, su oficio, su perfil profesional son determinantes en la cualificación y, por lo general, se trata de saberes tácitos, no codificables o de difícil identificación porque dan cuenta de decisiones no rutinarias, de estrategias de acción y de lo que Bourdieu denomina *habitus* o esquemas referenciales de acción, que se han construido en la experiencia del ejercicio de esa ocupación con las tecnologías tradicionales y que representan saberes que deben ser aprovechados por las nuevas aplicaciones tecnológicas. En el mismo sentido, tampoco son de fácil codificación los conocimientos tácitos de los trabajadores, los que no están expresados en protocolo alguno y que dependen de los incidentes en los cuales forjaron su experiencia.

La cualificación se despliega en un abanico de dimensiones complejas. Algunos autores tienden a describirla discriminando las tareas que se realizan entre “manuales” y “cognitivas” y, dentro de ellas, entre tareas “rutinarias” y “no rutinarias”. Sin embargo, esta clasificación no parece suficiente para describir una cualificación, ya que no puede predicar nada acerca de los aspectos cognitivos que entraña toda ejecución manual ni sobre los conocimientos tácitos imbricados para llevarla a cabo. En definitiva, se trata de una contribución para analizar la evolución de las tareas genéricamente realizadas, pero no puede ser utilizada para estudiar la evolución de las cualificaciones ni para estimar el contenido de su formación.

La capacidad de las computadoras para sustituir a los trabajadores que realizan tareas cognitivas es limitada. Esta sustitución se manifiesta en el apoyo a las tareas de coordinación logística y en las de procesamiento de información, las que sin duda han revolucionado sectores de comercialización, de transporte y a la banca toda. Pero el conjunto de tareas que demandan flexibilidad, creatividad, resolución de problemas y habilidades de comunicación –es decir, las tareas cognitivas no rutinarias– todavía tiene amplias restricciones que les impiden ser automatizadas.

3. EL FUTURO DEL TRABAJO: EVOLUCIÓN DE LAS CUALIFICACIONES

La evolución de las cualificaciones en la sociedad del conocimiento permite construir diversos escenarios para el futuro, sobre todo, tomando en cuenta el desarrollo de los países.

- *En los países desarrollados:* el cambio tecnológico y la descentralización productiva han generado, en el corto plazo, por un lado, una automatización de los puestos de trabajo más rutinarios y, por el otro, el desplazamiento de los trabajos menos cualificados hacia eslabones de las cadenas de valor externos a la empresa núcleo, ya sea mediante el establecimiento de filiales o mediante proveedores internacionales o nacionales.¹¹ Este movimiento ha concentrado las cualificaciones en los niveles medio y alto con demanda de competencias de conocimiento, compromiso, responsabilidad y autonomía. Este proceso se profundizará con las tecnologías actuales, que permiten la automatización de tareas cada vez más complejas (OIT, 2016). Los nuevos procesos de automatización y robótica no necesariamente reemplazarán a los seres humanos, pero requerirán de ellos competencias más complejas de nivel cognitivo no rutinario y de toma de decisiones sobre ámbitos que las computadoras no pueden abarcar.¹²
- *En los países en desarrollo:* el cambio tecnológico y la instalación de eslabones productivos de empresas cuyas centrales están localizadas en los países desarrollados han generado, en el corto plazo, una reconfiguración de las cualificaciones. En algunos sectores de actividad, por ejemplo, han incrementado la cantidad de puestos de trabajo que requieren cualificaciones operativas bajas o simples, mientras que, en otros, han generado requerimientos de cualificaciones medias y, en menor cantidad, también altas.

Teniendo este conocimiento acerca de las posibles transformaciones del escenario productivo, es posible suponer que una buena estrategia para Argentina sería promover la calidad de la fuerza laboral de su mercado de trabajo, favoreciendo procesos de diversificación productiva y la preparación de sus trabajadores en niveles de calificación medio y alto. De hecho, un mercado laboral con estas cualificaciones mejora las condiciones de negociación, de estabilidad laboral, de empleo y de remuneraciones para sus trabajadores.

Actualmente, el debate se centra en el diagnóstico que se realice para el corto plazo: ¿acaso nos espera una polarización de las cualificaciones o seguiremos la tendencia de los países desarrollados de robustecer la demanda de cualificaciones de nivel medio? Evidentemente,

¹¹ “Las innovaciones de productos impulsadas por la Internet de las cosas, los macrodatos, la Industria 4.0 y el taylorismo informático podrían crear puestos de trabajo en una gran variedad de ocupaciones nuevas basadas en el saber. Surgirán nuevas ocupaciones, principalmente en la intersección de profesiones, programas informáticos y máquinas, como arquitectos y analistas de macrodatos, especialistas en servicios de nubes, desarrolladores de programas informáticos y profesionales del *marketing* digital” (OIT, 2016).

¹² Por ejemplo, Frey y Osborne (2013) exploraron la factibilidad técnica de informatizar las ocupaciones. Así estimaron que el 47% del empleo total de los Estados Unidos está técnicamente en una categoría de alto riesgo de automatizarse en las “próximas dos décadas”. El estimado comparable para el Reino Unido es del 35%, en tanto, los estudios para Alemania y Francia mostraron resultados similares. Por otra parte, un estudio reciente de la OIT ha estimado un porcentaje mucho más alto para los países de la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN), en este caso, aproximadamente tres de cada cinco puestos de trabajo se encuentran bajo “un alto riesgo de ser automatizados” (Chang *et al.*, 2016).

el sendero de la innovación no está ni puede ser determinado. La elección tecnológica es una opción política que debe ser acompañada por un proceso de diversificación productiva, de cuidado del empleo y de incentivos a la educación y formación, que sean impulsados por todos sus agentes (sistema educativo, relaciones laborales, sistema productivo, empresarios y sindicatos).¹³

Los sistemas educativos y de capacitación deberán proveer de habilidades abiertas y en permanente aprendizaje, ya que se desconocen muchas de las competencias específicas que se demandarán en el futuro. En este escenario, es central la generación de capacidades de aprender y de transferir conocimientos y cualificaciones de un campo de aplicación hacia otro.

La interacción entre los trabajadores y las TIC requiere de un mayor nivel de autonomía de los operadores y estos aspectos tendrán que ser tomados en cuenta por los diseñadores tecnológicos y por los docentes de formación profesional.¹⁴ Con certeza, los trabajadores serán nuevos gestores tecnológicos que deberán administrar su relación con máquinas inteligentes y estar interconectados con otros gestores. Las relaciones interpersonales adquirirán relevancia para intercambiar experiencias, aprendizajes de situaciones problemáticas, creatividad y capacidad de resolver problemas. Entre sus tareas más importantes, los gestores tendrán que saber generar las preguntas adecuadas para que los algoritmos de las computadoras las resuelvan.

El Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (CEDEFOP)¹⁵ presenta la pirámide de cualificaciones que requerirá el sistema productivo de la Unión Europea hasta 2025: el nivel de cualificación alto concentra el mayor número de puestos y está en expansión, mientras que el nivel de cualificación medio se encuentra en proceso de sustitución vegetativa. Las cualificaciones de nivel bajo, contrariamente, están en franca retracción.¹⁶

Actualmente, el 50% de los puestos de trabajo existentes en la Unión Europea requiere de una cualificación alta y hasta el 2025 la mayor demanda de nuevos puestos (expansión cercana al 20% de los puestos de trabajo) se concentrará en este requerimiento. Así, en el corto plazo, la formación deberá responder por la duplicación de las personas con cualificación alta para poder sustituir a cerca del 30% (es decir, del 50% de los puestos existentes) que entrarán en proceso de retiro del mercado de trabajo, más un 20% de nuevas vacantes de alta cualificación con requerimientos específicos.

¹³ “[...] que el cambio tecnológico ocurre en ciclos largos, y que las fases de innovaciones para mejorar la productividad y de supresión de puestos de trabajo están seguidas por fases de innovaciones de productos que crean nuevos bienes y servicios básicos [...]. Esta segunda fase siempre ha llevado a ‘innovaciones interconectadas técnicas, organizacionales y gerenciales’. [...] Pérez sostiene que actualmente los países están en un momento decisivo en el que tienen que hacer elecciones sociales y políticas, lograr un nuevo consenso social y desarrollar nuevas instituciones para avanzar hacia nuevos patrones de consumo y de producción” (Nübler et al., 2016).

¹⁴ En los países de la OCDE, aproximadamente el 9% de los trabajos está en alto riesgo de ser automatizado, con una variación entre un 12% en Austria, Alemania y España, y un 6% o menos en Finlandia y Estonia (OIT, 2016).

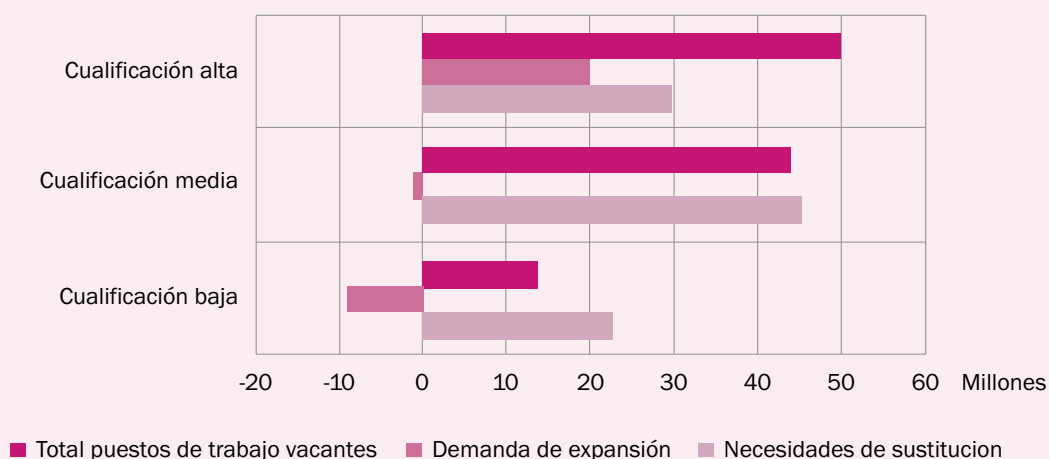
¹⁵ El CEDEFOP es la agencia creada en 1975 para apoyar el desarrollo de la formación profesional y las políticas de formación de los países de la Unión Europea.

¹⁶ El llamado “nivel bajo de cualificación” alude a las cualificaciones de nivel operativo no especializado. Los oficios son un nivel medio de cualificación, cuya demanda no está necesariamente en retracción, pero un inconveniente lo constituye el hecho de que la población joven no está interesada en formarse en ellos.

En relación con los puestos de cualificación media, si bien en la actualidad representan en la Unión Europea a cerca del 45% de los puestos del mercado de trabajo, se observa que su crecimiento estará estancado. La formación de cualificaciones medias debe prepararse para la reposición de los trabajadores que vegetativamente saldrán del mercado de trabajo en los próximos siete años.

Por último, en el caso de las cualificaciones bajas, se aprecia una contracción del empleo y se prevé la reducción progresiva de sus puestos hasta alcanzar un número marginal. Este último dato implica que la formación profesional deberá orientarse a fortalecer las competencias de los trabajadores de cualificación baja para promover su acceso a puestos de cualificación media.

GRÁFICO 1.
TOTAL DE PUESTOS DE TRABAJO VACANTES EN LA UNIÓN EUROPEA ESTIMADOS HASTA 2025, SEGÚN NIVEL DE CUALIFICACIÓN Y DEMANDA EN EXPANSIÓN Y NECESIDADES DE REEMPLAZO



Fuente: CEDEFOP, 2015.

Para analizar la evolución de las cualificaciones en el contexto de los países de la región de América Latina, es interesante consultar el estudio de Apella y Zunino (2017) sobre las tendencias que se presentaron en el perfil del empleo en Argentina y Uruguay entre 1995 y 2015. En esos veinte años, los autores corroboran que, en efecto, se produjeron cambios significativos en el tipo de tareas realizadas por los trabajadores en sus ocupaciones. Estas transformaciones combinan diversas transformaciones en el perfil del empleo, derivadas de: a) la dinámica del sector servicios, b) la introducción masiva de la informatización, y c) la creciente oferta de trabajadores con mayor escolaridad, a partir de las reformas educativas. Por otro lado, el cambio organizacional, si bien no es mencionado por los autores, debe ser considerado como una variable significativa en la reconversión productiva de la década analizada, debido a la difusión de puestos de trabajo multifuncionales y polivalentes que modificaron las cualificaciones requeridas.

Los autores basan su estudio en la información provista por la Occupational Information Network (O*NET) y por las Encuestas Permanentes de Hogares de Argentina y de Uruguay.¹⁷ A partir de ellas, clasifican los datos referidos a las ocupaciones caracterizando las principales tareas que se realizan en su ejecución, como: cognitivas rutinarias, cognitivas no rutinarias, manuales rutinarias o manuales no rutinarias. Este tratamiento de los datos les permite concluir lo que a continuación se describe.

- En el perfil de las ocupaciones, se ha elevado la importancia de las tareas cognitivas y se ha reducido la presencia de las tareas manuales, durante las últimas dos décadas. Este fenómeno es concomitante con una mayor cantidad de años de estudio promedio que presentaban los trabajadores y con la introducción masiva de nueva tecnología informática.
- En Argentina, los autores detectan la incidencia de los períodos de crisis económicas y de los altos índices de desempleo sobre la evolución de las cualificaciones del mercado de trabajo. Así se verifica que la tendencia al incremento de la presencia de las tareas cognitivas no es sistemáticamente creciente. Lo que se observa es una caída de la demanda relativa de las tareas cognitivas y un incremento de las tareas manuales hasta 2003. Esto se encuentra asociado con el efecto de la crisis económica que eclosionó en el país en 2001-2002 durante la salida del Plan de Convertibilidad y la declaración de cesación de pagos de la deuda externa. En este período, la tasa de desocupación alcanzó, en Argentina, un pico máximo del 21,5% y, en ese escenario, muchos trabajadores debieron desempeñarse en ocupaciones de subsistencia con predominio de actividades manuales. Luego, la mejora del contexto macroeconómico en los años posteriores y la reducción acelerada de la tasa de desempleo recompusieron la rentabilidad de las firmas y la orientación hacia la contratación de personal más cualificado.
- Respecto de las tareas cognitivas no rutinarias, en ambos países se observa, durante el período 1995-2015, cierta tendencia a un mayor incremento de la importancia relativa de las tareas analíticas por sobre aquellas que involucran relaciones personales.
- Las tareas manuales rutinarias y no rutinarias realizadas por los trabajadores en sus ocupaciones durante el período estudiado disminuyeron. En el caso uruguayo, la caída fue casi dos veces mayor para las tareas rutinarias. En Argentina, lo que ocurre es inverso a lo observado para las tareas cognitivas no rutinarias; de hecho, se identifica

¹⁷ La fuente de información utilizada en el presente trabajo es la base de datos desarrollada por la O*NET sobre el contenido de las tareas de las ocupaciones. Desde 2003, los datos de la O*NET han sido recopilados en los Estados Unidos para aproximadamente 1000 ocupaciones, según la Clasificación Ocupacional Estándar (Standard Occupational Classification - Soc), y desde entonces hasta 2014 ha sido actualizada periódicamente. Siguiendo a Acemoglu y Autor (2011), se utilizan cuatro conjuntos de datos de la O*NET: habilidades, actividades del trabajo, contexto del trabajo y capacidades. Cada uno de ellos contiene descriptores que intentan medir a partir de una escala la importancia, el nivel o el alcance de cada actividad. Para eso, se utilizan los datos de la O*NET de 2003, 2005 y 2015, con el fin de captar el cambio de contenido de las tareas dentro de cada ocupación en el tiempo. Asimismo, se utilizan las Encuestas Permanentes de Hogares de 1998, 2003 y 2015 para el caso argentino, y las Encuestas Continuas de Hogares correspondientes a 1995, 2003 y 2015 para el caso uruguayo. Con el fin de estimar el contenido de las tareas en las ocupaciones, se mapean los elementos de las tareas provistos por la O*NET sobre la clasificación de ocupaciones provenientes de las encuestas de hogares de Argentina y Uruguay. En general, cada país cuenta con una versión específica de la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO) o, al menos, en los casos donde se utiliza una clasificación nacional se aplica una equivalencia respecto de la CIUO. En todos los casos, se utilizaron tablas de correspondencia, si bien no siempre las correspondencias coincidían uno a uno entre las categorías de ocupaciones.

un crecimiento de la intensidad de las tareas manuales entre 1998 y 2003, aunque pasada la crisis económica, estas comenzaron a perder relevancia sobre el empleo promedio.

- La importancia del contenido de tareas cognitivas rutinarias en el empleo promedio muestra un crecimiento, en ambos países, durante el período analizado. Los resultados hallados sugieren que, tanto en Argentina como en Uruguay, se produjo un cambio en el perfil del empleo, respecto de la intensidad de las tareas que se realizan en promedio sobre el total de las ocupaciones, pasando de empleos intensivos en tareas manuales hacia una mayor intensidad o contenido de tareas cognitivas.
- En promedio, estos países experimentaron un crecimiento en la importancia relativa de las tareas cognitivas no rutinarias durante los últimos casi veinte años. La intensidad de las tareas cognitivas interpersonales creció en ambos países, pero un poco menos que la intensidad de las tareas analíticas. Al mismo tiempo, la intensidad media de las tareas manuales, tanto rutinarias como no rutinarias, disminuyó. Todos estos cambios se encuentran en línea con los hallazgos verificados en los países más desarrollados (Apella y Zunino, 2017).

4. LA CUALIFICACIÓN EN PERSPECTIVA

El concepto de *cualificación* evoluciona dando cuatro saltos cualitativos: 1) de las destrezas o habilidades físicas y cognitivas propias de los oficios; 2) a la formación en conocimientos técnicos operativos de un campo específico (industria metalmeccánica, metalúrgica, construcción); 3) a la exigencia de competencias que ponen en juego conocimientos científicos y técnicos efectivos, habilidades y destrezas cognitivas que demuestran su efectividad al resolver con fundamento incidentes y situaciones problemáticos (industria de procesos, actividades de servicios de soporte técnico); y 4) a la exigencia de capacidades abiertas al aprendizaje permanente y a la transmisión de saberes y de experiencias, tanto hacia los equipos de personas a cargo como hacia los sistemas inteligentes que se operan. Se trata de capacidades cognitivas más sofisticadas, de interpretación de señales y de su traducción a algoritmos y fórmulas codificadas, destinadas a la programación de los equipos inteligentes.

Esta evolución implica cambios muy profundos en la definición de los requerimientos de un puesto de trabajo y en la redefinición de las categorías profesionales de un sector de actividad por las cuales son reclutados y remunerados los trabajadores. La descripción de tareas tan delimitadas y definidas presentes en los convenios de trabajo que se basan en las cualificaciones tradicionales ya no alcanza a caracterizar los saberes y las responsabilidades que ponen en movimiento los trabajadores en el ejercicio de sus funciones.

En la actualidad, los trabajadores deben ser capaces de:

- integrar conocimientos que proceden de diversas áreas de estudio y actuación (transdisciplinarios y extrapolados de un campo del saber a otro);
- generar juicios críticos a partir de informaciones que pueden ser incompletas o limitadas y actuar tomando decisiones que involucren valoraciones éticas, sociales y productivas, además de buscar nuevas informaciones para la toma de decisiones;

- comunicarse, fundamentar las decisiones tomadas y aprender y enseñar en forma permanente;
- ser autónomos y responsables de sus acciones y de los resultados esperados.

El Instituto para el Futuro (Institute for the Future - IFTF), perteneciente al Instituto de Investigaciones de la Universidad de Phoenix, Arizona, en los Estados Unidos, se dedica al estudio de las tendencias emergentes en el mundo del trabajo. En su informe sobre *Future Work Skills 2020* (Competencias Laborales Futuras 2020), identifica los siguientes factores, como responsables de las modificaciones que se experimentarán en los entornos laborales durante los próximos diez años, junto con las nuevas habilidades que serán requeridas:

- el incremento de la esperanza de vida de la población y los múltiples cambios que deberán enfrentar las personas en sus trayectorias laborales, sometiéndose a procesos de aprendizaje continuo;
- la aparición de sistemas y máquinas inteligentes;
- el entorno computacional y el mundo como sistema programable;
- el ecosistema de los nuevos medios de comunicación: nuevos sistemas de alfabetización digital más allá del texto;
- las nuevas tecnologías sociales conducirán a nuevos medios de producción y de creación de valor;
- un mundo interconectado globalmente.

El Instituto para el Futuro pronostica que en la próxima década se exigirá de los trabajadores competencias o habilidades cognitivas que superan la formación meramente técnica. Se trata de capacidades que están más allá del aprendizaje de contenidos, de las técnicas y de los procedimientos, y que consisten en verdaderas metacapacidades. Las capacidades que destaca la investigación del instituto marcan una tendencia cuya complejidad deberá implementarse en cada nivel de la pirámide educacional y ocupacional, y este esfuerzo está siendo recogido por los descriptores de Dublín para definir niveles de conocimientos y habilidades que deberán desplegarse en todos los niveles de formación del sistema formal y no formal.¹⁸

Las habilidades requeridas según el Informe Future Work Skills 2020 son las que a continuación se enumeran.

1. **Capacidad de creación de sentido:** habilidad para determinar el significado o sentido de lo hecho, capacidad para generar *insights* críticos a la decisión de hacer.
2. **Inteligencia social:** habilidad para conectarse con otros en forma directa y profunda, y para percibir y estimular reacciones e interacciones deseadas.

¹⁸ Véanse más adelante los descriptores de Dublín utilizados en el Marco de Cualificaciones aprobado por la Unión Europea.

3. *Pensamiento innovador y adaptativo*: capacidad de pensar y proponer soluciones y respuestas diferentes ante la rutina o las acciones procedimentales.
4. *Capacidades interculturales*: habilidad para operar en diferentes contextos interculturales y captar el sentido de códigos diversos.
5. *Pensamiento computacional*: capacidad para traducir gran cantidad de datos en conceptos abstractos y razonar fundamentándose en datos.
6. *Alfabetización en los nuevos medios*: habilidad para crear contenidos en las nuevas formas mediáticas. Despliegue de una comunicación con capacidad de ser receptiva.
7. *Interdisciplina*: alfabetización y habilidad para comprender conceptos a través de disciplinas múltiples y de hablar los lenguajes específicos de estas.
8. *Mentalidad diseñadora (design mindset)*: destreza para representar y desarrollar tareas, así como procesos de trabajo para obtener los resultados deseados (neurociencias).
9. *Administración de la carga cognoscitiva (cognitive load management)*: competencia para discriminar y clasificar información por orden de importancia, así como para maximizar la función cognoscitiva usando una variedad de técnicas y herramientas.
10. *Colaboración virtual*: habilidad para trabajar productivamente, promover compromiso y demostrar presencia como miembro de un equipo virtual.

Es interesante destacar que estas habilidades no se forman exclusivamente a través del dominio de conocimientos técnicos y que su adquisición requerirá que el sistema educativo y los sistemas de formación desarrollen en los estudiantes las capacidades relacionadas, sobre todo, con la comunicación, con la interpretación de datos a partir de campos transdisciplinarios, con la selección y jerarquización de la información y con la habilidad de diseñar procesos para obtener resultados individuales y de grupo. Las competencias enumeradas van más allá del contenido conceptual de los conocimientos y se relacionan con la matriz del pensamiento que se pone en juego en situaciones de investigación y de producción, ya que ambas actividades se plantean interpretar situaciones y proponer soluciones.

Se consideran *metacompetencias* porque se constituyen como capacidades analíticas que no necesariamente se vinculan con un contenido específico, sino con una matriz de pensamiento, si bien los conocimientos generales, específicos y transdisciplinarios contribuyen a encontrar la mejor solución. Como metacompetencias, se relacionan con la capacidad de activar los conocimientos, aplicándolos de manera creativa a las situaciones problemáticas que se presentan.

Las competencias del futuro están en formación en algunas industrias consideradas “de punta” y, sobre todo, en las asociadas con la robótica y con el *software*. El actual debate internacional se focaliza en comprender cómo se forman las nuevas cualificaciones que requiere el futuro del trabajo más que en cuáles son los contenidos en que se debe formar a los trabajadores.

Las capacidades que se requieren para desempeñarse en la sociedad del conocimiento son exigentes y aún no está probada la pedagogía que mejor las formará. Los sistemas educativos, en todos sus niveles y modalidades, se están movilizando en la revisión de metodologías que contribuyan a su construcción. Al presente, se advierte que la tarea es mucho más compleja que la mera transmisión de contenidos conceptuales o procedimentales y que se está en una situación donde la producción de nuevos conocimientos científicos adquiere una velocidad que supera a la velocidad de la transmisión, del procesamiento y de la aplicación de esos saberes.

Todos los niveles de los sistemas educativos tienden a impulsar la investigación, la búsqueda de información y el procesamiento de los conocimientos, aplicándolos para resolver una situación problemática, un incidente o un caso concreto. Esto les permite a las personas elegir una estrategia de resolución, desarrollar capacidades para fundamentar, argumentar y, también, para investigar, recopilar datos y emitir juicios sobre los límites de sus propias elecciones, así como acerca de las posibles conexiones con otras problemáticas. El desarrollo de estas habilidades cognitivas refuerza las habilidades de comunicación y de aprendizaje, que son las que posibilitan la formación a lo largo de la vida.

Howard Gardner (2011), en su reflexión sobre las inteligencias múltiples, considera que las competencias son capacidades que se adquieren y se construyen, a partir de los estímulos del entorno y del compromiso de los individuos con ese entorno. Tener competencia no significa la apropiación de un conocimiento para saber hacer, sino construir un saber a partir de hacerse responsable de resolver un problema dentro de un contexto.

Para poder construir estas capacidades, la Unión Europea ha definido una matriz donde se describen ocho niveles de cualificación laboral. El descriptor c), por ejemplo, abarca la autonomía y la responsabilidad que deben desplegarse en situaciones de trabajo o estudio. Luego, para cada uno de los niveles de cualificación, se utilizan los siguientes descriptores:

- a) los conocimientos exigidos de nivel general y específico;
- b) las destrezas o habilidades cognitivas que deberán desarrollarse (uso de pensamiento lógico, intuitivo y creativo, desarrollo de capacidades prácticas, habilidades manuales, uso de metodologías, instrumentos, equipos y maquinarias);
- c) el grado de autonomía que se le otorga al sujeto para tomar decisiones y la capacidad de involucrarse con la realización responsable de la tarea emprendida.

Los descriptores se definen como exigencias consensuadas para cada nivel de cualificación. Estas exigencias regirán la formación y la evaluación de resultados de los procesos de aprendizaje. Por lo tanto, los descriptores constituyen un marco orientador de los resultados que se espera obtener de los procesos de aprendizaje y de la efectividad y calidad de estos. La matriz de niveles de cualificación también es orientadora y permite establecer un consenso acerca de las cualificaciones de las ocupaciones, por sectores de actividad o por familias ocupacionales, con el fin de poder visualizar las potencialidades y los límites que tiene el ejercicio de una ocupación en especial y cómo ampliarlos mediante la formación.

A continuación, se presenta como ejemplo el Marco de Cualificaciones de España, que se basa, para definir los campos de conocimientos y las habilidades requeridas, en los descriptores de Dublín. El desarrollo y la puesta en uso de un marco similar contribuirán a establecer una relación coherente y consistente entre el sistema educativo formal y el no formal y permitirá orientar la construcción de un sistema de formación continua.

El marco de cualificaciones español reconoce ocho niveles de competencias, que se asocian con niveles de la educación formal y de la formación profesional y, a la vez, establece el nivel de autonomía que le será exigido a cada trabajador. Ciertamente, la propuesta constituye un antecedente de lo que requerirá la formación de las cualificaciones en un futuro cercano, sobre todo, en los niveles 4 al 8.

CUADRO 1.
NIVELES DE COMPETENCIAS DEFINIDOS SEGÚN DESCRIPTORES DE DUBLÍN

Niveles	CONOCIMIENTOS teóricos y fácticos	DESTREZAS capacidades cognitivas (uso de pensamiento lógico, intuitivo y creativo) y prácticas (destreza manual y uso de métodos, materiales, herramientas e instrumentos)	RESPONSABILIDAD Y AUTONOMÍA habilidad del estudiante para aplicar conocimientos y capacidades en forma autónoma y con responsabilidad
Nivel 1	Conocimientos generales básicos.	Capacidades básicas necesarias para efectuar tareas simples.	Trabajo o estudio bajo supervisión directa y en un contexto estructurado.
Nivel 2	Conocimientos fácticos básicos en un campo de trabajo o estudio concretos.	Capacidades cognitivas y prácticas básicas necesarias para utilizar información útil a fin de efectuar tareas y resolver problemas corrientes con la ayuda de reglas y herramientas simples.	Trabajo o estudio bajo supervisión con un cierto grado de autonomía.
Nivel 3	Conocimientos de hechos, principios, procesos y conceptos generales en un campo del trabajo o estudio concretos.	Gama de capacidades cognitivas y prácticas necesarias para efectuar tareas y resolver problemas seleccionando y aplicando métodos, herramientas, materiales e información básica.	Asunción de responsabilidades en la realización de tareas en el trabajo o estudio. Adaptación del comportamiento propio a las circunstancias para resolver problemas.
Nivel 4	Conocimientos fácticos y teóricos en contextos amplios aplicados a un campo del trabajo o estudio concretos.	Gama de destrezas cognitivas y prácticas necesarias para encontrar soluciones específicas a los problemas de un campo de trabajo o estudio concretos.	Autogestión, ajustándose a consignas en contextos de trabajo o estudio previsibles o con cierta incertidumbre. Supervisión del trabajo rutinario de otras personas asumiendo responsabilidades en la evaluación y mejora de las actividades.
Nivel 5	Amplios conocimientos especializados fácticos y teóricos en un campo de trabajo o estudio concretos, con conciencia de sus límites.	Gama completa de destrezas cognitivas y prácticas necesarias para encontrar soluciones creativas a problemas abstractos.	Labores de gestión y supervisión en contextos de trabajo o estudio en los que pueden producirse cambios imprevisibles. Revisión del desarrollo del rendimiento propio y de otros.

CONTINÚA EN LA PÁGINA SIGUIENTE

Niveles	CONOCIMIENTOS teóricos y fácticos	DESTREZAS capacidades cognitivas (uso de pensamiento lógico, intuitivo y creativo) y prácticas (destreza manual y uso de métodos, materiales, herramientas e instrumentos)	RESPONSABILIDAD Y AUTONOMÍA habilidad del estudiante para aplicar conocimientos y capacidades en forma autónoma y con responsabilidad
Nivel 6	Conocimientos avanzados en trabajos o estudios que requieran una comprensión crítica de teorías y principios.	Destrezas avanzadas que acrediten el dominio y las dotes de innovación necesarias para resolver problemas complejos e imprevisibles en un campo especializado de trabajo o estudio.	Gestión de actividades o proyectos técnicos o profesionales complejos, asumiendo la toma de decisiones en situaciones imprevisibles de trabajo o estudio. Asunción de responsabilidades en la gestión del desarrollo profesional de particulares y grupos.
Nivel 7	Conocimientos altamente especializados, de vanguardia en el campo concreto del trabajo o del estudio, que sientan las bases de un pensamiento o investigación originales. Conciencia crítica de cuestiones de conocimiento en un campo concreto y en un punto de articulación entre diversos campos.	Destrezas especializadas para resolver problemas en materias de innovación e investigación con vistas al desarrollo de nuevos conocimientos y procedimientos y a la integración de los conocimientos en diversos campos.	Gestión y transformación de contextos de trabajo y estudios complejos, imprevisibles y que requieren nuevos planteos estratégicos. Asunción de responsabilidades respecto del desarrollo de conocimientos y prácticas profesionales y de la revisión del rendimiento de los equipos.
Nivel 8	Conocimientos en la frontera más avanzada de un campo de trabajo o estudio concreto y en el punto de articulación entre diversos campos.	Destrezas y técnicas más avanzadas y especializadas, en particular, en materia de síntesis y evaluación, necesarias para resolver problemas críticos en la investigación y/o la innovación y para ampliar o redefinir conocimientos o prácticas profesionales existentes.	Demostración de autoridad, innovación, autonomía, integridad académica y profesional, y compromiso continuo respecto del desarrollo de nuevas ideas o procesos en la vanguardia de contextos de trabajo o estudio, incluida la investigación.

Fuente: elaboración propia sobre la base del Marco de Cualificaciones de España.

5. CUALIFICACIONES Y FORMACIÓN

5.1. LA FORMACIÓN A LO LARGO DE LA VIDA

Yoguel *et al.* (2013) y Werner Eichhorst (2015) plantean que el futuro del trabajo tiene un destino asociado con las políticas públicas que invierten fuertemente en educación en todos sus niveles, modalidades y sistemas. Para que ello se cumpla, es necesario asegurar la calidad educativa en:

- 1) las primeras etapas de la vida, cuando se estimulan y desarrollan las capacidades para incorporar los fundamentos básicos de la escolaridad general;
- 2) la formación de fundamentos provista por la educación media y media técnica;
- 3) la formación profesional, que vincula la formación general con el mundo del trabajo y la base de las cualificaciones medias;
- 4) la educación terciaria, cuya función es formar profesionalmente en ocupaciones de cualificación media y media alta, que poseen una demanda en crecimiento;
- 5) la educación universitaria de grado y posgrados académicos y/o especializaciones profesionales;
- 6) la formación continua o a lo largo de la vida, que articula las formaciones de todos los sistemas educativos, formales y no formales, otorgándoles reconocimiento y dándoles coherencia en el marco de un sistema integrado.

La formación como un derecho de los pueblos es una de las recomendaciones de las Naciones Unidas para erradicar la pobreza y alcanzar un desarrollo sostenible. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible propone a los líderes del mundo iniciar y desplegar esfuerzos para lograr 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible en los próximos quince años.

Entre otros antecedentes internacionales, podemos mencionar las Recomendaciones de la OIT en materia de formación de recursos humanos, formación profesional y formación a lo largo de la vida. La educación, la formación profesional y el aprendizaje permanente son considerados como la “piedra angular del trabajo decente”, soporte del empleo y apertura a mejores condiciones de empleabilidad y de calidad de vida de los trabajadores, además de representar una fuerte contribución a un desarrollo sostenible.

A comienzos del nuevo milenio, varios países de la región de América Latina se han comprometido a promover en forma sostenida la cantidad de años promedio de educación general básica impartida a la población. En este sentido, Argentina ha promulgado en 2006 la Ley de Educación Nacional. El texto de la ley considera a la educación como un bien público y compromete al Estado a brindar ofertas educativas progresivas hasta universalizar los niveles de escolaridad inicial, primario y secundario.¹⁹

La formación profesional adquiere, en el mundo actual, un carácter estratégico. Es el instrumento privilegiado de la formación continua, a lo largo de toda la vida. También constituye un pilar desde donde impulsar el desarrollo económico sostenido y fomentar el empleo decente en escenarios donde predomina la incertidumbre generada por la innovación permanente y la globalización de los mercados. En efecto, la formación profesional se configura como un instrumento estratégico para incidir en:

- mejorar el desarrollo humano, brindando oportunidades de formación ciudadana y de formación técnico-profesional permanente, para así derribar las barreras de acceso para los grupos sociales más vulnerables;

¹⁹ Ley de Educación Nacional N° 26.206. “Artículo 2°. La educación y el conocimiento son un bien público y un derecho personal y social, garantizados por el Estado. Artículo 8°. La educación brindará las oportunidades necesarias para desarrollar y fortalecer la formación integral de las personas a lo largo de toda la vida y promover en cada persona la capacidad de definir su proyecto de vida, basado en los valores de libertad, paz, solidaridad, igualdad, respeto a la diversidad, justicia, responsabilidad y bien común.”

- mejorar el patrón de desarrollo económico, la productividad y la competitividad;
- mejorar la definición de un patrón de especialización productiva del país;
- facilitar el acceso y la permanencia en un empleo;
- desarrollar las cualificaciones y las carreras laborales de los trabajadores;
- optimizar el nivel de vida mediante el incremento de los ingresos laborales;
- mejorar las condiciones de trabajo: empleo decente y condiciones más seguras de ejercicio del trabajo.

La educación a lo largo de la vida es un concepto acuñado por la UNESCO,²⁰ que va más allá de la formación que se adquiere para los campos profesionales y laborales. Este organismo insiste ante los gobiernos sobre la importancia de diseñar políticas educativas de formación continua, ya que la necesidad de actualización permanente de los ciudadanos y los trabajadores se ha transformado en un derecho (Bélanger, 1998). Sin embargo, no será posible alcanzar las cualificaciones que requiere la sociedad del conocimiento si no se fortalecen las competencias generales básicas que se construyen en los niveles primarios y secundarios de la educación formal y si los sistemas de aprendizaje no se vinculan con los sistemas de innovación.

En Argentina, tres son los actores sociales que impulsan la formación profesional y la formación para el trabajo: el Estado, los empresarios y los trabajadores a través de sus organizaciones sindicales (Gallart, 2006). A lo largo de las últimas décadas, el modelo de formación profesional desarrollado en Argentina²¹ alcanzó a través de los actores del mundo del trabajo un protagonismo singular y sostenido.

El Estado es quien lleva la principal iniciativa en materia de convocatoria, desarrollo de instrumentos estratégicos, financiamiento e implementación de cursos en el área de la formación profesional. Actúa principalmente desde las carteras de Educación y Trabajo y, en segundo lugar, desde los Ministerios de Desarrollo Social, Salud, Agricultura y otros organismos de extensión, como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), además de articular con secretarías y agencias. Tanto desde el nivel nacional, como desde los niveles provinciales y municipales, el Estado gestiona sus propias instituciones de formación y supervisa las instituciones privadas.

²⁰ El concepto de *educación a lo largo de la vida* comenzó a formar parte de las políticas educativas en los años setenta, tras el lanzamiento de un informe mundial de educación, coordinado por Edgar Faure, titulado *Aprender a ser* (Faure, 1972). Una serie de estudios sobre los procesos biológicos y sociales de la trayectoria de vida de los individuos indicaba la permanente necesidad de perfeccionamiento en los planos cognitivo, moral y ético. En 1993, Jacques Delors fue convocado para presidir la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI.

²¹ En 1945, el Gobierno nacional publicó el Decreto N° 14.538/45, La Ley N° 12.921 y el Decreto 6648/45, modificatorio del anterior, por los cuales se creó la Comisión Nacional de Aprendizaje y Orientación Profesional. Se implementaron escuelas de aprendizaje, escuelas técnicas industriales y la Universidad Obrera Nacional, actual Universidad Tecnológica Nacional (UTN). El ciclo básico tenía una duración de tres años y estaba destinado a jóvenes de 14 a 18 años, que hubieran cumplido con la enseñanza primaria. Su actividad se desarrollaba en las escuelas-fábricas con régimen mixto de enseñanza y producción. Constaba de ocho horas diarias de instrucción técnica, en dos turnos de cuatro horas cada uno. Los cursos de medio turno también funcionaban en las escuelas-fábricas y estaban destinados a los aprendices ocupados en las industrias.

Si bien debería cumplir la función de órgano rector del campo de la formación profesional y de su articulación con el sistema educativo formal, lo cierto es que, hasta la actualidad, el Estado no ha desarrollado una función de regulación de este subsistema.

El segundo gran actor del mundo del trabajo presente en la formación profesional en la Argentina está conformado por los sindicatos. Este actor ha respondido, en términos generales, con gran responsabilidad frente a las demandas de cualificación y empleo que planteaban los diferentes ciclos económicos. Es un actor que formó una alianza con el Estado y respondió a sus directrices y financiamiento, contribuyendo y colocando a disposición Centros de Formación Profesional, gestionados por ellos o directamente como instituciones propias de los gremios.²² A partir de 2009, los Centros de Formación Profesional han integrado la Red de Instituciones para la Formación Continua, junto con otras instituciones del sistema educativo. Esta Red fue creada por el entonces Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTEySS) para articular y difundir las acciones de formación profesional desarrolladas a partir de parámetros y directrices de calidad y pertinencia.

El tercer sector involucrado, formado por los empresarios, no siempre ha mostrado un fuerte compromiso con la formación profesional. Su participación en las instancias tripartitas para la definición de políticas y la identificación de formaciones prioritarias desde el empleo y la productividad, ha sido importante. Sin embargo, luego, en la fase de implementación, el sector empresario ha construido acciones de capacitación laboral en torno a aquellas de interés inmediato para sus firmas, con menor interés en invertir en formaciones generales o que no respondan directamente a sus puntos de interés, bajo el supuesto de que la formación profesional desarrolla capacidades en el trabajador que, en definitiva, quedan “en disponibilidad para el mercado y para la competencia”.

Esta perspectiva determina que las capacitaciones laborales específicas que encaran las firmas son solo a medida de sus necesidades tecnológicas y de su organización del trabajo y, por lo tanto, no están debidamente certificadas ni reconocidas desde lo institucional. Tales capacitaciones no siempre son transferibles a otras empresas del sector debido a la diversidad estructural de los sectores respecto de la tecnología y cada particular organización del trabajo.²³ Sin embargo, las empresas ofrecen un escenario de aprendizaje privilegiado, ya que representan el lugar donde se producen las innovaciones tecnológicas, se crean nuevos diseños, nuevas matrices, y se utilizan materiales innovadores y nuevas tecnologías. De hecho, su ritmo de actualización tecnológica difícilmente pueda ser acompañado por el sistema educativo.

²² El actor sindical ha venido participando en instancias de consolidación de la formación profesional de Argentina desde la década de 1970, integrando instituciones como el Consejo Nacional de Educación Técnica (CONET), primero, o el Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET) y el Consejo Nacional de Educación-Trabajo y el Foro Sindical, después. Luego, lo hizo mediante el Consejo Nacional de Educación, Trabajo y Producción (CoNETyP), que es un órgano consultivo y propositivo (creado por la Ley de Educación Técnico Profesional N° 26.058/2005) cuya finalidad es asesorar al ministro de Educación en todos los aspectos relativos al desarrollo y fortalecimiento de la educación técnico profesional, y articular sus políticas con las de otras áreas del Estado.

²³ Hacia la década de 1940, los empresarios identificaron la necesidad de formar a su fuerza de trabajo a partir de escuelas técnicas y cursos de formación profesional, por lo que desarrollaron el modelo de escuelas-fábricas. Posteriormente, con el nacimiento del CONET, contribuyeron con un porcentaje de la plantilla salarial al financiamiento de la educación técnica y participaron en este organismo como instancia de diálogo entre el mundo de la educación y del trabajo. Philips instaló la escuela-fábrica en 1940; Ford, Mercedes-Benz, IKA-Renault y Siemens lo hicieron en las décadas de 1950 y 1960. Algunas de estas escuelas implantaron en Argentina el sistema de educación dual.

En Argentina, las empresas constituyen islas de modernidad tanto en lo tecnológico como en lo organizacional, sin embargo, en la gestión cotidiana se encuentran demasiado involucradas en la superación de sus dificultades coyunturales y, en general, sus políticas de capacitación son procíclicas. Como consecuencia, en momentos de escasez de mano de obra cualificada y ante la imposibilidad de cubrir vacantes en sus plantillas, las empresas suelen reclamar al Estado la formación de trabajadores.

Para cubrir los déficits que se presentan en los momentos ascendentes del ciclo económico, la política pública implementó, entre 2007 y 2015, una serie de programas de apoyo a la productividad, al empleo y a la reconversión. De esta manera, se fomentó con bastante éxito la capacitación tanto en las empresas, a través de la formación de su personal estable (mediante la actualización de competencias), como de personas desocupadas que luego podrían ser incorporadas a las firmas con beneficios considerables para el empleador, en tanto la política ofrecía financiamiento parcial de sus costos laborales.²⁴

También existe un conjunto de ONG que se especializan en atender diversos colectivos (de género, juventud, desarrollo sustentable, sectores de la economía social, entre otros) y que generan acciones de formación profesional con función concientizadora. Los sindicatos y las ONG le han permitido al Estado llegar a poblaciones que, por su dispersión y por su aislamiento en nichos de vulnerabilidad, no podían acceder a las políticas públicas emitidas desde los lugares centralizados.

También existe una cantidad de empresas y consultoras privadas que se dedican a la capacitación laboral con diversos grados de idoneidad. Estas instituciones ofrecen cursos arancelados, a los que asiste un gran número de personas interesadas en formarse y mejorar sus condiciones de empleabilidad.

Hacia los inicios del nuevo milenio, las instituciones de formación profesional eran parte de un sistema que se mostraba segmentado, sin directrices claras para encaminar su desarrollo y altamente desfinanciado. Durante ese período, el MTEySS tuvo que lidiar con tasas de desempleo récord. Diseñó entonces un conjunto de políticas activas de empleo basadas en el fortalecimiento del desarrollo humano y ciudadano, tanto de la población empleada como desempleada, con el fin de alcanzar metas de empleo decente y contribuir al desarrollo productivo. Estas políticas enfocaron la formación profesional desde una visión estratégica. Ya no se trataba de una instancia compensatoria para atender a poblaciones vulnerables, sino que se convirtió en una política activa de apoyo al desarrollo productivo (desarrollo de cualificaciones y de productividad) y al desarrollo humano (fortalecimiento de la condición ciudadana, dotación de habilidades para el trabajo, desarrollos específicos para los grupos vulnerables con el fin de superar las barreras de acceso, debidas a la exclusión).

En un escenario incierto, el MTEySS asumió una función implícita de financiamiento y rectoría de este conjunto de instituciones, a partir de celebrar convenios provinciales y

²⁴ En este marco deben analizarse las pasantías en empresas. Si bien es una forma de capacitación pertinente para los adultos, la estructura productiva argentina tiende a ofrecer pocas vacantes de aprendizaje. Para concretar las pasantías, las empresas deben desarrollar un equipo de instructores especialmente dedicados a los pasantes. Esto les exige montar una estructura de formación paralela que dé cuenta de los procesos formativos y evaluativos y, a la vez, desarrollar competencias de cuidado ante los riesgos del trabajo en el ambiente laboral con una población de pasantes que los desconoce. En la actualidad, se recomienda que las pasantías las realicen los docentes, para actualizar sus competencias técnicas y productivas, conocer la operación de las nuevas tecnologías más otras competencias que no pueden ser adquiridas en otros espacios formativos. La formación docente complementada con pasantías en empresas resulta así un camino virtuoso y viable de actualización de competencias técnicas y de gestión.

municipales y convenios sectoriales con cámaras, sindicatos y diversas ONG. El objetivo era que estas instituciones tuvieran capacidad de dar respuesta a los programas de empleo y a las políticas de formación profesional que se impulsaban desde ámbitos provinciales y municipales.

La dinámica de la sociedad del conocimiento exige, cada vez más, que los sistemas educativos y de formación profesional instrumenten y regulen un sistema de formación a lo largo de toda la vida de las personas, que desde diferentes espacios se puedan actualizar los conocimientos y las habilidades cognitivas de la población para que esta se encuentre en condiciones de enfrentar los cambios tecnológicos, organizacionales y culturales. La formación a lo largo de la vida considera que nuevos conocimientos y destrezas cognitivas pueden adquirirse en diversos ámbitos: en centros de formación, en escuelas, en empresas o instituciones, y que, como tales, los nuevos saberes adquiridos deben ser evaluados, reconocidos y certificados, con el fin de evitar inequidades y para destruir las barreras de acceso al empleo.

La formación profesional se desarrolla bajo parámetros flexibles, pero durante la etapa de construcción de un sistema de formación continua se requiere que se establezcan instrumentos regulatorios para poder darle coherencia y consistencia a la totalidad de las acciones del sistema. Esto no significa “formalizar” la formación profesional, sino establecer parámetros de calidad y de singularidad que le sean propios. Sin duda, en el futuro más próximo, la educación continua requerirá que se reconsideren los dispositivos de articulación y de acreditación entre los diferentes niveles del sistema educativo formal y del sistema educativo no formal.

En la actualidad, el contexto de la formación profesional en Argentina presenta como principales los siguientes rasgos:

- está destinada a actualizar conocimientos y habilidades rutinarias y no rutinarias que son requeridas por el mundo del trabajo;
- establece redes sociales que facilitan la intermediación laboral (búsqueda de oportunidades de empleo y de promoción de trayectorias ocupacionales), que se constituyen como redes de asistencia técnica, orientadas a vincular a sus integrantes en un sistema de consulta y de resolución de problemas técnicos que se presentan en la vida laboral o escolar;
- no requiere acreditar grado académico para el ingreso;
- no otorga grado académico en el egreso: se trata de cursos, talleres, seminarios;
- no tiene un esquema didáctico definido en cantidad de unidades, créditos cursados, horas de clase;
- adopta diversas modalidades: presencial, semipresencial o a distancia;
- no otorga créditos que puedan ser validados o acumulados para su reconocimiento en el sistema formal de educación en cualquiera de sus niveles.

5.1.1. INSTITUCIONES E INSTRUMENTOS

A continuación, se detallan las instituciones que han sido creadas dentro del marco de la formación profesional en Argentina, entre 2002 y 2015. Como parte de la descripción,

se señalan sus fortalezas y los aspectos que deberían consolidarse en vistas a cubrir los requerimientos de la sociedad del conocimiento y el futuro del trabajo.

Diálogo social como instrumento de consenso para la selección, el diseño, el desarrollo y la validación de las formaciones

El diálogo social entre los actores del mundo de la producción, el trabajo y la educación es un dato histórico en el diseño de la educación técnica y la formación profesional en Argentina (Cappelletti *et al.*, 2000). El diálogo social fue convocado desde el Estado con una excelente recepción por parte de los actores del mundo del trabajo. La finalidad de este diálogo era evitar el carácter ofertista que podía asumir la formación profesional cuando se aislaba en la lógica del sistema educativo y en la conservación de los puestos de trabajo docentes. El contacto con los actores, con sus demandas productivas y de empleo validaba el carácter de las propuestas pedagógicas y prestaba particular atención a las demandas de cualificación y a los intereses vocacionales de algunos sectores de la población (Weinberg, 2017). La formación profesional tuvo, en Argentina, una impronta educativa en los momentos más fuertes de rectoría del Consejo Nacional de Educación Técnica (CONET) y del Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET), creado en 1995. Con las iniciativas del MTEySS entre el 2006 y 2015 esta impronta comenzó a tener un perfil más relacionado con las demandas de los sectores productivos y con las características del mercado de trabajo.

A partir de 2006, el MTEySS reforzó los institutos de diálogo social para la formación profesional. A continuación, se presentan las características que estos adoptaron.

Creación de Consejos sectoriales de formación profesional y de certificación de competencias laborales

Los Consejos sectoriales fueron creados como organismos consultores con la finalidad de que expresaran las demandas de cualificación que requerían las organizaciones de los trabajadores y de los empleadores. También fueron ideados como ámbito de consenso para acordar las estrategias que debían adoptarse para implementar políticas activas de empleo (búsqueda, intermediación laboral e inserción), de formación profesional y de certificación de competencias laborales.

En una primera etapa, los Consejos se vincularon con once sectores declarados prioritarios en el Plan de Desarrollo Nacional. Posteriormente, los Consejos se expandieron a otras áreas de la actividad productiva. La agenda de los Consejos sectoriales se ha centrado en las siguientes cuestiones:

- identificar y seleccionar las instituciones de formación profesional existentes en cada sector económico, con el fin de desarrollarlas y fortalecerlas;
- convocar a especialistas del Estado, los sindicatos y los empleadores, con el fin de normalizar las principales ocupaciones de cada sector de actividad económica desde el punto de vista de las necesidades de empleo y formación. Los actores establecían en forma consensuada las prioridades y el Estado proporcionaba especialistas en la metodología de normalización por competencias;
- convocar a los trabajadores, a partir de la participación de sindicatos y empleadores del sector, para asistir a las actividades implementadas, tanto de capacitación como de certificación de competencias;

- convocar, a través de la Red de Oficinas de Empleo, a las personas desocupadas, para que intervengan en acciones de formación profesional y completen sus estudios primarios y/o secundarios;
- definir estrategias de desarrollo económico sectorial de modo tal que sea posible localizar las acciones de formación en el territorio de mayor entramado productivo de cada rama de actividad;
- vincular a los trabajadores capacitados en situación de desempleo con las empresas del sector de actividad;
- debatir, recopilar aportes y aprobar los Mapas de ocupaciones sectoriales, las familias profesionales, los perfiles ocupacionales, las unidades de competencias requeridas en el ejercicio de cada una de las ocupaciones y sus respectivos currículos formativos;
- debatir, recopilar aportes y aprobar los instrumentos de evaluación y certificación de competencias.

Desde 2008, se constituyeron los Consejos sectoriales tripartitos de las siguientes ramas de actividad: construcción; metalurgia y metalmecánica; *software*; frutícola, hortícola y olivícola; turismo y gastronomía; industria alimenticia; panaderos, pasteleros; pizzeros; automotriz y mecánica del automotor; industria azucarera; indumentaria y textil; plásticos; agua potable y saneamiento; apícola; cuero, calzado y marroquinería; distribución de energía eléctrica; forestal y maderera; industria frigorífica; industria naval y servicios portuarios y marítimos; administración y comercio; citrícola; industrias culturales; minas y canteras; y servicios en casas particulares.

Estos y otros Consejos sectoriales que se constituyeron elaboraron mapas ocupacionales, detectaron familias profesionales desde el punto de vista de las cualificaciones y de las trayectorias laborales, formularon normas de competencia laboral de las ocupaciones principales de cada sector y establecieron mecanismos para su evaluación y certificación.

Algunas de las normas desarrolladas se encuentran en proceso de revisión y/o actualización y por eso aún no se han publicado, pero, en su momento, estuvieron inscritas en el REGICE (Registro de Instituciones de Capacitación y Empleo). En algunos casos, como en el del sector del *software*, se optó, debido a sus características, por basar su desarrollo en normas ya determinadas a nivel internacional.

Celebración de convenios provinciales y municipales de fortalecimiento de instituciones de formación profesional

En el marco del diálogo entre actores, a partir de 2008 y hasta la actualidad, se celebraron múltiples convenios entre el nivel central y las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, con el fin de ejecutar diversas acciones bajo el financiamiento y la rectoría del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. En los convenios celebrados se estableció desarrollar las siguientes acciones:

- implementar programas de empleo y de formación profesional en el territorio;
- brindar formaciones de certificación educativa de nivel primario y secundario para trabajadores ocupados y desocupados;

- dictar cursos de formación profesional para la población de cada localidad con problemas de capacitación y empleo;
- establecer a nivel local Oficinas de Empleo;
- desarrollar normas de competencia para la Administración pública de nivel provincial o municipal o para agencias o empresas de gestión estatal.

Durante el mismo período, el MTEySS también firmó acuerdos de formación profesional con los ministerios de Desarrollo Social, Defensa, Producción y otros.

Desarrollo de perfiles ocupacionales prioritarios y de normas de competencia

El Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social desarrolló, entre 2006 y 2015 instrumentos de planificación y de aseguramiento de la calidad de la formación profesional y los colocó, como bien público, a disposición de los actores sociales del mundo del trabajo y de las instituciones educativas y de formación profesional, a partir de su inscripción oficial en el REGICE, área que funciona bajo su tutela.

De este modo, el MTEySS transformó su rol, de manera significativa, y pasó de ubicarse como un mero financiador de los cursos de formación profesional solicitados por los sectores de actividad, los sindicatos o la población residente en los territorios donde se implementaban los programas de empleo, a asumir un papel estratégico en la construcción de parámetros organizadores y rectores de la formación profesional.

Desde esta nueva función, propuso a los Consejos sectoriales normalizar las ocupaciones laborales significativas para cada rama de actividad económica, y proveyó asistencia técnica para implementar metodologías normalizadas y protocolizadas. Esta normalización de roles laborales representó un salto cualitativo en la agenda de los Consejos sectoriales, ya que a partir de estas normas se pudieron emprender acciones de capacitación y de certificación de competencias laborales congruentes con los requerimientos sectoriales y de los actores.

Los roles normalizados fueron seleccionados de modo que resultasen significativos para el empleo efectivamente demandado por los sectores, en circunstancias en las que los índices de desempleo eran altos y los empresarios señalaban que les resultaba imposible cubrir las vacantes, debido a la falta de personal cualificado.

Las cualificaciones demandadas no eran, en general, de alta complejidad técnica o de gestión, sino de nivel medio y operativo. Seguramente, este rasgo se relaciona con la ruptura de la curva de aprendizaje de aquellas cualificaciones que tradicionalmente se realizaban a partir de la experiencia laboral. En efecto, la curva de aprendizaje fue discontinuada a raíz del retroceso de la producción industrial durante la década de 1990 y por la situación de crisis en la que entraron los mercados laborales entre 1995 y 2002. Frente a ello, la normalización de esas ocupaciones ahora menoscabadas transparentaba las competencias técnicas que se requerían y la necesidad de desarrollar currículos pertinentes para volver a formarlas. Sin embargo, las transformaciones profundas que se habían originado en el mercado de trabajo debido al envejecimiento de la población cualificada, al retroceso de la producción industrial y al surgimiento de un sector de servicios más moderno requerían, además, de otras nuevas cualificaciones que no estaban provistas por el sistema tradicional.

Finalmente, el proceso de normalización de ocupaciones barrió desde las cualificaciones iniciales hasta las más complejas. Algunas de tales cualificaciones requerían de una escolarización básica de nivel secundario, pero otras apuntaban a formaciones de especialización de nivel terciario o universitario. Por lo tanto, las cualificaciones medias y altas iban a requerir el desarrollo de un sistema de formación continua con articulación entre los niveles educativos del sistema formal y del sistema no formal. Esta situación exigía, con celeridad, la creación de un sistema de formación continua, articulado, con reconocimientos mutuos de las formaciones que desarrollaban los diversos niveles educativos y sistemas.

Se debe destacar que algunas de estas ocupaciones de cualificación compleja fueron normalizadas por los Consejos sectoriales, si bien todavía no se ha podido avanzar en acuerdos con el sistema educativo.²⁵ Este constituye uno de los pasos pendientes en el propósito de alcanzar un sistema de formación continua de manera integrada.

El MTEySS avanzó en cubrir las demandas existentes en la formación profesional complementaria con los niveles de escolaridad formal general básica (es decir, con primaria, secundaria incompleta y secundaria completa), sin requerir al ingresante la certificación del nivel educativo alcanzado. Sin embargo, continúa pendiente el desarrollo de una matriz de cualificaciones que permita articular la escolaridad formal con la no formal y con la especialización requerida en ciertos campos de la actividad económica, que debería ser provista por un sistema de formación continua.

Si se analizan las normas de competencia desarrolladas, se observa una base de singular importancia para cubrir los niveles de cualificación operativos y medios, y escasos desarrollos para una especialización de cualificación alta, con excepción de los sectores metalúrgico, metalmecánico, petrolero, de la energía eléctrica y de la construcción, donde se ha avanzado hacia cualificaciones más complejas. En el caso de la industria del *software*, se conocen ciertos niveles de acuerdo y avances en el desarrollo de cursos regidos por normas internacionales. Estos y otros sectores deberían ser especialmente estudiados en vista de los cambios tecnológicos que impactarán sobre el futuro del trabajo. En particular, se destaca el desarrollo de normas de competencia en sectores ligados a la exportación, como la citricultura, la industria frigorífica, la mecánica automotriz, la metalurgia y la metalmecánica (Sladogna, 2008), un hecho que facilita el acceso al mercado, asegura niveles de calidad y la marca de país.

En el siguiente cuadro se detallan los sectores que han normalizado ocupaciones, el número de ocupaciones normalizadas, la cantidad de normas aprobadas y publicadas, y también el número de currículos formativos desarrollados. Asimismo, se indican los sectores que han designado uno o varios Organismos certificadores (OC) para evaluar las competencias laborales de los trabajadores, indicando su condición de actividad (activos: OCA; inactivos: OCI). Para inscribirse en el REGICE, un Organismo certificador debe contar con normas de competencias desarrolladas y aprobadas para las ocupaciones que quiere normalizar y con evaluadores formados y registrados que avalen las formaciones que alcancen los asistentes.

²⁵ El INET está desarrollando familias profesionales y perfiles formativos en varios sectores de actividad a partir de metodologías propias. Se deberían consensuar los paquetes metodológicos y de perfiles, las normas de competencia y los currículos entre el INET y el MTEySS, que son las instituciones que, en Argentina, más avanzaron en este campo.

CUADRO 2.
SECTORES DE ACTIVIDAD ECONÓMICA CLASIFICADOS SEGÚN LA CANTIDAD
DE OCUPACIONES NORMALIZADAS POR COMPETENCIAS LABORALES,
CANTIDAD DE NORMAS APROBADAS Y PUBLICADAS, CURRÍCULOS
ELABORADOS SOBRE LA BASE DE NORMAS Y ORGANISMOS CERTIFICADORES
REGISTRADOS

Sectores	Cantidad de ocupaciones normalizadas	Normas aprobadas y publicadas	Currículos elaborados	Organismo certificador registrado
Administración pública de Salta	3	3	0	OCA
Agropecuario-agroindustrial	Sin datos	Sin datos	Sin datos	OCI
Azucarero	Sin datos	Sin datos	Sin datos	OCA
Calzado	5	5	5	OCI
Citrícola	3	3	0	Sin datos
Comercio	4	1	4	OCA
Construcción	29	25	23	OCA
Centros de llamadas (<i>Call centers</i>)	2	2	0	OCI
Energía eléctrica	12	12	7	5 OCA
Estaciones de servicio	5	5	5	OCI
Fabricaciones militares	Sin datos	Sin datos	Sin datos	OCA
Forestal	9	8	3	OCA
Frigorífico	29	28	25	OCA
Frutihortícola y olivícola	16	16	7	OCA
Gráfico	Sin datos	Sin datos	Sin datos	OCA
Indumentaria	8	8	5	OCI
Industria de la madera	7	7	5	OCA
Lanero	3	3	3	OCI
Caprino mohair	Sin datos	Sin datos	Sin datos	OCA
Maestranza	Sin datos	Sin datos	Sin datos	OCA
Manejo del fuego	2	1	2	OCI
Mecánica del automotor	33	33	25	OCA
Metalmecánico	13	6	8	OCI
Metalúrgico	45	45	0	OCA
Naval	6	4	4	OCI
Obras sanitarias	11	11	6	OCA
Pasteleros	8	8	6	OCA
Petróleo	9	9	0	30C (20CA;10CI)
Pizzeros	2	2	0	OCA
Producción familiar frutihortícola	2	2	0	OCA
Promoción de la primera infancia	Sin datos	Sin datos	Sin datos	OCA

CONTINÚA EN LA PÁGINA SIGUIENTE

Sectores	Cantidad de ocupaciones normalizadas	Normas aprobadas y publicadas	Curricúlos elaborados	Organismo certificador registrado
Servicios de comidas rápidas	Sin datos	Sin datos	Sin datos	OCA
Teletrabajo	5	5	0	OCA
Trabajadores de edificios de propiedad horizontal	1	1	1	OCA
Turismo	7	7	6	OCI
UTN	3	3	0	OCI
Vitivinícola	7	7	1	OCA
Yerbatero	5	5	0	Sin datos

Desarrollo de currículos formativos y materiales didácticos especializados basados en normas de competencia

El MTEySS presta asistencia técnica a las instituciones de formación profesional tanto del sistema educativo como de las sectoriales (que son gestionadas por sindicatos, cámaras empresariales y otras instituciones), para que desarrollen sus planes de estudio basados en las normas de competencia laboral ya consensuadas. Esta asistencia es realizada por expertos en pedagogía, especialmente capacitados para extrapolar normas de competencia a capacidades y habilidades cognitivas requeridas y estas a los currículos que las formarán. La integración de estos instrumentos garantizaría la coherencia y calidad de la formación profesional impartida y la puesta en acción de criterios relacionados con la seguridad en el trabajo, la calidad en la producción del producto o servicio y la eficiencia en el uso de los recursos y del tiempo. Los diseños curriculares estuvieron destinados a organizar la práctica formativa y a orientar a los docentes para evitar un tipo de enseñanza de contenidos teóricos abstractos o desvinculados de la acción y de la toma de decisiones. Su propósito fue garantizar la calidad de la formación profesional y la pertinencia de los contenidos de cada curso.²⁶

El MTEySS también produjo materiales didácticos destinados a fortalecer una formación de calidad, promoviendo la igualdad de condiciones tanto en el acceso a las capacitaciones como respecto de los resultados obtenidos. El propósito de estos materiales didácticos consiste en orientar los cursos hacia la formulación de proyectos didácticos-productivos y hacia la resolución de problemas técnicos que se generan en el ámbito laboral.

Los siguientes sectores desarrollaron materiales didácticos y los cedieron para su publicación:

- sector del calzado, que preparó el material didáctico para la formación de sueleros;
- sector de la construcción, que publicó materiales didácticos para la formación en diez ocupaciones;

²⁶ Se destaca la participación de los actores del mundo del trabajo de los sectores de la construcción, la metalmecánica y la mecánica del automotor, representados por sus sindicatos, y del sector empresario.

- sector forestal, que desarrolló dos materiales didácticos relacionados con la preparación y aplicación de agroquímicos con riesgo para la salud ocupacional;
- sector de la industria frigorífica, que elaboró materiales didácticos relacionados con la formación del charqueador;
- sector de la indumentaria, que produjo materiales didácticos para la formación de cinco perfiles ocupacionales;
- sector de la mecánica automotriz, que elaboró material didáctico para uno de sus currículos formativos;
- sector de la pastelería, que preparó materiales didácticos para siete de sus formaciones;
- sector del turismo, que desarrolló materiales didácticos para seis formaciones.

El Registro de Instituciones de Capacitación y Empleo - REGICE

Este Registro, con sede en el MTEySS, tiene por finalidad registrar, organizar y brindar información actualizada, de carácter cualitativo y cuantitativo, sobre los siguientes actores y temáticas:

- instituciones de formación que participan de los programas y proyectos de formación profesional de la Secretaría de Empleo;
- normas de competencia laboral desarrolladas en diversos sectores de actividad;
- Organismos certificadores sectoriales;
- evaluadores certificados;
- trabajadores certificados.

Como fruto de la gestión desarrollada, entre 2009 y 2017, se inscribieron en el REGICE:

- 276 normas de competencia laboral publicadas y registradas;
- 31 Organismos sectoriales de certificación (si bien algunos se encuentran inactivos);
- 1479 evaluadores formados y especializados en la certificación de trabajadores actuantes en cada sector de actividad;
- 156.915 personas evaluadas y certificadas.

Fortalecimiento de las instituciones de formación profesional

Ya se ha descrito de manera sucinta la situación en que se encontraban, a principios de los años dos mil, las instituciones de formación profesional en Argentina. Estas instituciones requerían ser fortalecidas y que se instalaran en ellas programas de mejora continua, con el fin de superar el estado de desarticulación y de falta de rectoría que padecían. Ante la necesidad del MTEySS y, en particular, de la Secretaría de Empleo de impulsar políticas activas de empleo y formación, se asumió la tarea de recuperar las instituciones de formación profesional existentes y también la de crear otras nuevas. Con este fin, se estableció un programa de

mejora continua destinado a las instituciones de formación profesional, que se desarrolló en el marco de un convenio con el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), lo que generó un conjunto de referencias de calidad para las instituciones.

Aquellas instituciones que aceptaron integrar el programa de mejora continua recibieron asistencia técnica para desarrollar los protocolos de actuación de cada uno de los procesos de trabajo que reconocieron como necesarios para su gestión interna. Este referencial de calidad describía protocolos administrativos para la gestión de las instituciones, para la compra de equipamientos, para la formación y para la actualización docente y de los directivos. Por otra parte, los referenciales de calidad vinculados con los procesos de enseñanza-aprendizaje generaron protocolos para diseñar los perfiles formativos, la descripción de las ocupaciones por normas de competencia y el desarrollo de los currículos, además de diseñar y confeccionar los materiales didácticos y los sistemas e instrumentos destinados a la evaluación y la certificación.

Los protocolos referidos al desarrollo de proyectos y a la toma de decisiones para el reequipamiento de los centros con modernas tecnologías, adecuadas a cada uno de los sectores también se convirtieron en un tema sustantivo de la recuperación de las instituciones. Sin duda, las instituciones de formación profesional necesitaban una asistencia técnica que no se produjera como un proceso exógeno, sino que les hiciera repensarse desde su propio accionar organizacional. En este sentido, la implementación de los programas de calidad se desempeñó como un instrumento que enriqueció sus procesos de desarrollo interno a partir de explicitar su misión, funciones y de trazar sus planes operativos. Esto les generó una nueva cultura institucional de revalorización de su rol en la sociedad y en el mundo del trabajo.

Un poco más adelante, cuando contó con un núcleo de instituciones fortalecidas, el MTEySS creó otro dispositivo de enorme impacto: la Red de Instituciones de Formación Continua. Esta Red le dio entidad y rectoría a un conjunto de instituciones de formación profesional que ya contaba con procesos de aseguramiento de la calidad avanzados o bien que ya había certificado los procesos implementados. Actualmente, existen más de 60 centros e instituciones de formación profesional certificadas que actúan como referentes de otras.

Además, a través de la Red de Formación Continua, las instituciones de formación se vinculan con las Oficinas de Empleo. Esta articulación garantiza que la demanda y la oferta de empleo se encuentren imbricadas con los requerimientos de desarrollo local y con propuestas de formación profesional o para completar estudios de nivel primario o secundario de los trabajadores que residen en cada localidad, de manera de fortalecer sus competencias como “ciudadanos productivos” (Weinberg, 2017). La articulación con la Red de Oficinas de Empleo permite que las políticas de desarrollo local se vinculen con las necesidades del mercado de trabajo, con los requerimientos de los sectores productivos y con las aspiraciones vocacionales de los jóvenes y de los grupos de desempleados.

Esta Red de Formación Continua está integrada por más de 300 instituciones, tanto de gestión pública como privada. La pertenencia a la Red facilita la administración de instituciones que dependen funcionalmente de diversas instancias de la administración provincial o jurisdiccional (es decir, del sistema educativo en sus diferentes niveles), o de diversas ONG, centros de desarrollo, organizaciones empresariales o sindicatos. El MTEySS acompaña los desarrollos de estas instituciones, a través de los programas de empleo y formación, de los programas de calidad o con acciones de monitoreo y evaluación.

5.2. FORTALECIMIENTO Y DESARROLLO DE DISPOSITIVOS ESTRATÉGICOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE FORMACIÓN CONTINUA

Como reflexión final, a continuación se sugiere la necesidad de fortalecer y de desarrollar una serie de dispositivos en el área de la formación profesional y de su articulación con el sistema educativo formal, que permita avanzar en la construcción de un sistema de formación continua integrado.

5.2.1. DESARROLLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE VINCULACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE INNOVACIÓN

En la economía del conocimiento, el desarrollo de un sistema de innovación implica establecer vínculos estratégicos entre los actores públicos y privados que componen los sistemas de ciencia, investigación y desarrollo tecnológico, la comunidad educativa con sus sistemas formales y no formales, el sistema productivo con las firmas que innovan en la frontera del conocimiento (en materia de productos, procesos y materiales) y con los actores sociales del mundo de la producción y el trabajo. Esta imbricación profunda permite crear redes de aprendizaje tanto en la utilización como en la gestión de las innovaciones. Es por esta razón que los sistemas de innovación no pueden constituirse como un mundo paralelo al del sistema productivo, educativo, de formación profesional y al sistema de formación continua.

La producción de ciencia y tecnología no es exclusivamente un área académica y de investigación, sino que tiene que conformarse como sistema de innovación y, como tal, requiere del concurso de los espacios de intercambio, de retroalimentación, de implementación y de realización de experimentos en escala que solo puede proporcionarle el sistema productivo. Los sistemas educativos y de formación profesional no son meramente reproductores de ciencia y tecnología ya codificada, sino que tienen la responsabilidad de retroalimentar a los sistemas de innovación con el aporte de la experimentación, de los aprendizajes, de las intervenciones que mejoran los diseños, los productos y los materiales, porque les aportan ese saber no codificado que torna viable un desarrollo conceptual. Se trata específicamente de saberes que permiten la construcción eficiente de un producto o servicio diseñado. En esta fase es cuando se descubren los saberes codificados y no codificados que se necesitan, es decir, el perfil de cualificación que deberá tener quien construya un producto o diseñe un servicio. En este complejo entrecruzamiento del mundo de la experiencia y de la formación es donde se crearán los nuevos perfiles que son necesarios para el trabajo del futuro.

Las políticas públicas deben contribuir a consolidar la imbricación de estas áreas. Sin esta imbricación no es posible pensar el futuro del trabajo como trabajo decente, productivo y con capacidad de dar respuesta al desarrollo exponencial de las tecnologías. En la actualidad, existe en Argentina un movimiento pionero en la construcción de estos lazos. Algunas áreas de actividad científica y económica presentan avances significativos. Por lo tanto, consolidar este avance en áreas estratégicas es central para el desarrollo de un sistema de formación profesional y de formación continua que dé cuenta de aquellas cualificaciones del futuro que requerirán los avances tecnológicos.²⁷

²⁷ El Plan Estratégico de Formación Continua 2020 resalta el rol de la formación continua como derecho y como factor de incremento del desarrollo humano, del trabajo decente, de la competitividad del país y de la productividad de la economía. Este Plan se inscribe en las metas nacionales fijadas para los sectores productivos y converge con los planes elaborados para el sector industrial, el agroalimentario, el agroindustrial y el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

5.2.2. DESARROLLO DE INSTRUMENTOS ESTRATÉGICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE FORMACIÓN CONTINUA

Los sistemas de formación profesional que se han estructurado a nivel internacional y se han vinculado con los sistemas de innovación han desarrollado una serie de dispositivos estratégicos que contribuyeron a su fortalecimiento, eficacia y expansión. En los últimos quince años, en Argentina se han desarrollado las bases de algunos de estos dispositivos que dan coherencia a la formación profesional y tienden puentes hacia la formación continua. A continuación, se describen algunos de estos instrumentos estratégicos.

Mapa ocupacional sectorial

El propósito de este dispositivo es relevar las ocupaciones vigentes en los sectores de actividad económica y productiva, y establecer la relación que tienen entre sí, desde el punto de vista de las trayectorias laborales que recorren los trabajadores como consecuencia de los saberes adquiridos durante cada experiencia laboral. Una visión más profunda de este marco ocupacional es determinar lo siguiente: a) las conexiones que tienen las ocupaciones entre sí desde el punto de vista formativo y de las cualificaciones, y b) las conexiones intersectoriales que pueden tener las ocupaciones o las competencias que se desarrollan en los diferentes sectores.

Este mapa es de suma utilidad para la formación profesional porque propone una verdadera economía de la educación al vincular ocupaciones y al desarrollar currículos formativos modulares graduales que pueden abreviar las trayectorias laborales y darles mayor fortaleza a las cualificaciones obtenidas. Además, a partir de este mapa ocupacional, las instituciones de formación pueden presentar una oferta de cursos diferenciada por ocupación y por niveles de complejidad, utilizando parte del plantel docente, las instalaciones y los recursos tecnológicos.

Este dispositivo ordena las ocupaciones activas en familias profesionales de acuerdo con las cualificaciones requeridas, el contenido del trabajo, los niveles de complejidad de los conocimientos y la autonomía requerida en la toma de decisiones. El tratamiento por normas de competencia favorece estos senderos evolutivos de formación, ya que en muchos casos el aprendizaje de una nueva competencia técnica o de gestión permite el ejercicio de una ocupación de mayor cualificación.

Otro elemento significativo de los mapas ocupacionales es que relacionan distintos sectores de actividad entre sí y ello facilita la visualización del tránsito de un trabajador de un sector a otro o de una formación a otra, lo que favorece la reconversión profesional de las personas. Un ejemplo de esto puede ser analizado en relación con el sector de la construcción y el minero (a cielo abierto), ya que ambos requieren como competencias técnicas saber operar maquinarias excavadoras de gran porte. Otro caso es el campo ocupacional de la soldadura, que atraviesa varios sectores de actividad económica: construcción, metalurgia, petróleo, gas, siderurgia, metalmecánica, automotriz y electrónica. Una de las utilidades de los mapas ocupacionales es ordenar las familias profesionales y trabajar pedagógicamente sobre formaciones más amplias que puedan cubrir puestos de trabajo en diferentes sectores de actividad.

Este dispositivo es muy útil para la formación profesional, pero también para articular las formaciones de cada campo ocupacional con los requerimientos de la educación formal y para definir formaciones de actualización a lo largo de la vida. Se trata de un instrumento básico de planificación y de articulación entre los sistemas de formación, en todos sus niveles y modalidades, y los sistemas de innovación.

Matriz de cualificaciones

Los sistemas educativos de los países desarrollados han elaborado este instrumento con el fin de compatibilizar internacionalmente diferentes formaciones según el lugar de origen y la inserción de los trabajadores migrantes en los respectivos mercados de trabajo. Se trata de matrices que indican la complejidad de los conocimientos (competencias generales y específicas) y de las destrezas cognitivas que se ponen en juego en cada nivel de cualificación. Funcionan también como referenciales que proponen una forma de articulación entre los conocimientos adquiridos en el sistema educativo formal y los alcanzados en los sistemas de aprendizaje no formales.

En esta matriz, la cualificación no se asocia con una ocupación o profesión específica, sino que se trata de un referencial o un conjunto de descriptores consensuados que definen la cualificación desde las capacidades cognitivas y el nivel de complejidad de los conocimientos requeridos, desde las destrezas y los grados de autonomía y desde la responsabilidad que se le exige al sujeto portador de esa cualificación. A partir de esta matriz genérica, se pueden clasificar los conocimientos y las exigencias de cada ocupación y debatir, en el interior de los sistemas formales y no formales de educación, el nivel de conocimiento que le será requerido al estudiante. Estas matrices se preocupan menos por los perfiles de ingreso y otorgan mayor valor a los resultados esperados durante el proceso de aprendizaje. Los procesos de enseñanza-aprendizaje se orientan hacia los procesos de evaluación y medición de la calidad alcanzada en ellos, con independencia de que los saberes hayan sido adquiridos en la experiencia laboral o en la escolar. Así se mide la capacidad efectiva de aplicar y activar saberes para resolver situaciones problemáticas del campo de cada actividad.

La matriz de cualificaciones requiere ser elaborada de manera conjunta con todos los niveles de la educación formal y de la no formal, tomando en cuenta los mapas ocupacionales de cada sector y las demandas de cualificación que se explicitan en ellos. Esto no solo permitirá ordenar las formaciones, sino también establecer las correspondencias entre los sistemas de educación formal y no formal, y la construcción de un sistema de formación continua que se articule en forma permanente con las otras instancias formativas. Al momento, en Argentina se ha desarrollado un marco de cualificaciones que todavía no ha sido consensuado institucionalmente con otros actores del sistema.

Sistema prospectivo sectorial y/o transversal de identificación de transformaciones en las ocupaciones y de surgimiento de nuevas ocupaciones

El trabajo del futuro nos exige estar alertas al surgimiento de nuevas cualificaciones y nuevas ocupaciones. Para eso es imprescindible establecer un sistema prospectivo que monitoree de manera permanente las fronteras tecnológicas y organizacionales de los diferentes sectores de actividad económica, con el fin de analizar en este horizonte las novedades que van surgiendo y las interacciones que se producen entre las nuevas ocupaciones y la dinámica sectorial e intersectorial.

Esta función de observatorio para el monitoreo de tendencias permitirá trazar estrategias eficientes para la formación de las cualificaciones, su negociación en materia de las transformaciones que se hayan operado con respecto al número de puestos de trabajo, la extinción de algunas tareas y la redefinición de otras, junto con la cualificación que se exigirá. Este monitoreo temprano hará posible que las empresas y los sindicatos tracen sus estrategias respecto de las relaciones laborales y de formación continua, con el sistema educativo y

de formación profesional, en pos de alcanzar la readecuación de las cualificaciones de los trabajadores. También, les posibilitará planificar la introducción de nuevas tecnologías y la entrada en régimen de producción de los productos o servicios, así como anticipar las políticas que deberán diseñarse para su difusión por el entramado productivo.

Los modelos prospectivos crean dispositivos para monitorear las tendencias en materia de ampliación de las oportunidades de empleo en algunos sectores y de crecimiento o estancamiento en otros. Estos estudios prospectivos permiten a las empresas prepararse para la gestión de la tecnología y permiten a los trabajadores y a sus sindicatos establecer un diálogo social para saber cómo evitar grandes desplazamientos de puestos de trabajo, cómo preservar el empleo y cómo aumentar la productividad y la eficiencia de la inversión.

Paralelamente, contribuyen a que las entidades educativas del sistema formal y del no formal preparen sus cursos para proveer formaciones que faciliten la gestión eficiente de las innovaciones. Este atributo resulta importante ya que podrían ser necesarios cursos de mediana y de larga duración implementados desde la educación formal (terciarios y cursos de especialización universitarios) o bien cursos del sistema de formación profesional, especialmente diseñados en su duración y abordaje didáctico.

Internacionalmente se conocen varias metodologías prospectivas, que van desde los estudios sectoriales con tecnólogos como informantes clave hasta los paneles Delphi,²⁸ que permiten un monitoreo de frecuencia variable de acuerdo con la velocidad de cambio de las tecnologías emergentes que surjan en cada sector. Estudios nacionales de este tipo deben considerar los aspectos regionales, las “islas de modernidad” de cada sistema productivo y el contexto internacional –es decir, la globalización de la competencia y las estrategias renovadas de las Cadenas Mundiales de Suministro (CMS)–, para poder estimar la rapidez de su difusión y las conversiones que será necesario llevar a cabo.

Por este motivo, las políticas de formación profesional deberán regionalizarse para abarcar las diferentes situaciones de empleo y calificación que pueden presentarse en el territorio nacional y en el desarrollo de sus economías regionales. Sin duda, los estudios prospectivos deberán considerar los sectores más dinámicos desde el punto de vista tecnológico y organizacional o los más expuestos a la competencia internacional o a su incorporación a las CMS. Por esta razón, es recomendable que los estudios de prospección consideren la conformación de los siguientes tres observatorios:

- 1) *un observatorio ocupacional*, que analizará la evolución sectorial del empleo, las ocupaciones emergentes (en el marco nacional y en el internacional) y los cambios que se producen en las cualificaciones;
- 2) *un observatorio tecnológico*, que examinará las transformaciones en las condiciones materiales de la producción, es decir, en maquinarias, equipos, energía, cambios en materiales y matrices, transformaciones en la logística y formas de comercialización, variaciones en los aspectos no visibles, como la marca país, los acuerdos comerciales,

²⁸ Se trata de una técnica de prospección desarrollada sobre la base de paneles de expertos en determinados temas. La información que se obtiene es cualitativa, pero es validada entre los expertos que opinan a partir de tres rondas de consultas. Es un método cualitativo destinado a establecer la dirección que podrán tener determinados fenómenos en el futuro. Los integrantes del panel de expertos no entran en contacto directo, para evitar que la opinión de alguno de ellos pueda incidir de manera decisiva sobre la de los otros. Al término de cada ronda, las opiniones del conjunto del panel son conocidas por los integrantes en forma de agregado estadístico y no están identificadas. Esto permite al panel retroalimentarse y profundizar en una segunda rueda las opiniones vertidas y así sucesivamente ir afinando y profundizando la visión sobre un determinado fenómeno. Los paneles Delphi pueden integrar desde 15 a 100 expertos, cuya selección es el punto nodal de su éxito.

la definición de productos de origen, las exigencias de calidad, los plazos de entrega, los requerimientos de innovación y funcionalidad en el diseño y en la variedad de modelos, además de los cambios en las formas de organización de la producción y de los procesos de trabajo, entre otros;

- 3) *un observatorio educacional*, que deberá tener la agilidad y flexibilidad de proponer formaciones que cubran los requerimientos de las nuevas cualificaciones.

En Argentina, los estudios de prospectiva aún no se han institucionalizado. Si bien algunos sectores comenzaron a definir ocupaciones emergentes, todavía no se ha establecido una metodología ni un monitoreo de campo de manera sistemática. Este monitoreo es ciertamente fundamental, tanto para analizar los tiempos que necesitará la nueva tecnología para diseminarse como para alcanzar la formación de las cualificaciones requeridas.

5.3. FORMACIÓN PROFESIONAL Y FORMACIÓN CONTINUA: NECESIDAD DE UN ACUERDO MARCO Y DE LA CREACIÓN DE UN ÓRGANO RECTOR

Por pertenecer al sistema no formal y tener una relativa dependencia del sistema educativo, en Argentina, la formación profesional se ha constituido como un campo heterogéneo y segmentado, que distribuye sus acciones entre diversos ministerios y secretarías nacionales (Educación, Trabajo, Desarrollo Social, Agricultura, Industria y otros organismos de desarrollo).

Actualmente, este campo no cuenta con acuerdos básicos entre sus instituciones más dinámicas (como el Ministerio de Educación y la actual Secretaría de Trabajo) que le permitirían converger hacia la construcción de un sistema de formación continua que integre los aprendizajes realizados por los ciudadanos, ya sea mediante formas escolarizadas o no, pertenecientes al sistema formal o al sistema no formal, pero en todos los casos garantizando que los individuos obtengan un reconocimiento certificado de sus trayectorias de aprendizaje y puedan dar continuidad a sus estudios en los diferentes niveles educativos. Por el momento, se marcha en paralelo en la construcción de un sistema de formación profesional que posee diversos niveles de complejidad.

En este escenario, una medida fundamental consiste en institucionalizar esta relación mediante un acuerdo marco celebrado entre los Ministerios de Ciencia y Tecnología, Educación y Trabajo,²⁹ incluso con otros ministerios e instancias públicas que tengan atribuciones sobre la formación profesional y la formación a lo largo de la vida. Los temas de agenda son numerosos e implican definiciones institucionales acerca de los parámetros que ordenan una formación, su relación con las competencias básicas y de fundamento, los conocimientos específicos que deben considerarse en cada titulación, las habilidades que deben ser desarrolladas en los individuos, los sistemas de evaluación que se establecerán, el esquema didáctico referido a horas cátedra, contenidos, prácticas, perfil de los docentes, entre otros. También se debe considerar la relación de compatibilidad que se establecería con todos los niveles y modalidades del sistema formal (primario, secundario, terciario, universitario y posuniversitario).

²⁹ Considerados como Secretarías de Gobierno de otros Ministerios, como Educación, Producción y Desarrollo Social.

Este acuerdo marco tendría la misión de normalizar aspectos referidos a los fines y a las funciones de un sistema de formación continua, acordar sobre los instrumentos de normalización de las formaciones y establecer sus equivalencias entre los sistemas. También se debería fundar y construir un organismo rector de este nuevo espacio de aprendizaje, tan extenso, que abarca la totalidad de la vida de las personas, tanto en sus dimensiones laborales como en las personales y de la vida ciudadana. Además, este acuerdo marco debería estar en sintonía con el Plan Estratégico Nacional 2020, pues comprende acciones públicas que deben tener definiciones a largo plazo y que trascienden el mandato de las diferentes administraciones de gobierno.

Tomando en cuenta estas consideraciones, los objetivos estratégicos del acuerdo marco apuntarían a las siguientes acciones: hacer realidad el aprendizaje permanente y la movilidad de los estudiantes; mejorar la calidad y la eficacia de la educación y la formación; promover la equidad, la cohesión social y la ciudadanía activa e incrementar la creatividad y la innovación, incluido el espíritu empresarial, en todos los niveles de la educación y la formación. Con este propósito general, se deberían establecer consensos acerca de los dispositivos normalizadores que todas las instituciones reconocidas en este campo tendrían que utilizar, así como impulsar la ordenación y regulación del sistema existente.

Es interesante destacar que esta ordenación y regulación mejorarán la capacidad del sistema de formación profesional en el ámbito nacional y en los ámbitos regionales, ya que el acuerdo marco establecería las bases para articular y regular las vinculaciones que deberían observar entre sí la educación formal en todos sus niveles, la educación no formal y la formación a lo largo de la vida. A partir de un pacto de estas características, se podría generar un instituto de formación continua que, durante una primera instancia, operara como organismo rector del campo de la formación profesional y, luego, pasara, específicamente, a funcionar como organismo rector de la formación continua, cuando el campo de la formación profesional ya se hubiera desarrollado en todos los niveles de cualificación.

El organismo rector tendría a su cargo definir programas, estrategias y procedimientos que consoliden, desde la formación profesional, el aprendizaje a lo largo de la vida. Por lo tanto, se trataría de un organismo destinado a normalizar el campo de la formación profesional, dedicado a la investigación y con injerencia en las siguientes cuestiones:

- brindar asistencia técnica a los Consejos sectoriales de normalización de ocupaciones, considerando las demandas de los actores sociales del mundo del trabajo y los informes de los estudios prospectivos sectoriales debidamente validados;
- desarrollar y mantener actualizados los mapas ocupacionales sectoriales;
- desarrollar y mantener actualizada, por consenso interinstitucional, la matriz de cualificaciones de Argentina;
- desplegar investigaciones sobre la didáctica de la formación profesional basada en normas de competencia;
- financiar la implementación de cursos a través de la Red de Instituciones de Formación Continua;
- fortalecer y asegurar la calidad de las instituciones formativas que participan en la Red de Formación Continua;
- implementar programas de certificación de competencias laborales de los trabajadores y de los evaluadores, y desarrollar programas de aseguramiento de la calidad en los

organismos certificadores de competencia laboral en consenso con los Consejos sectoriales;

- dictaminar sobre las ocupaciones que requieren habilitación y certificación para su ejercicio (gasistas, soldadores, etc.) y proveer los certificados correspondientes en convenio con los organismos reguladores;
- elaborar o dar asistencia técnica para la elaboración de los diseños curriculares sobre los diversos perfiles formativos que se aprueben;
- consolidar valores y actitudes profesionales en relación con la salud y seguridad en el trabajo, con la calidad de los procedimientos efectuados y con la productividad obtenida. En este sentido potenciar el desarrollo de las competencias transversales: instrumentales, interpersonales y sistemáticas;
- fortalecer la educación básica y la certificación de los ciclos de escolaridad obligatoria;
- fortalecer el vínculo de la formación continua con las carreras de nivel terciario y universitario;
- apoyar el sistema de innovación, propiciando la participación en comunidades de aprendizaje con redes de empresas, centros tecnológicos y centros de formación profesional;
- desarrollar áreas de asistencia técnica de las empresas, en materia de desarrollo de personal y de gestión de tecnología;
- fortalecer programas de investigación sobre la formación en las nuevas competencias requeridas por las ocupaciones emergentes;
- colaborar y fortalecer el REGICE como organismo que transparenta certificaciones de personas e instituciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acemoglu, D. y Autor, D. 2011. “Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings”. Disponible en: <http://economics.mit.edu/>
- Apella, I. y Zunino, G. 2017. *Cambio tecnológico y el mercado de trabajo en Argentina y Uruguay. Un análisis desde la perspectiva de tareas*, Montevideo, Banco Mundial.
- Banco Interamericano de Desarrollo - BID. 2017. *Robotlución. El futuro del trabajo en la integración 4.0 de América Latina*.
- Bélanger, P. 1998. “El sorprendente retorno de la educación a lo largo de la vida”. *Sectores emergentes en el campo de la educación permanente*, Palma de Maiorca, Edicions Universitat de les Illes Balears, col. Diàlegs y Universitat, N° 1.
- Cappelletti, B. et al. 2000. *Actores sociales y Estado en la formación profesional de la Argentina de los noventa*. Montevideo, OIT-Cinterfor.

- Chang, J.H., Huynh, P. y Rynhart, G. 2016. “Asean in Transformation. The Future of Jobs at Risk in Automation”, Working Paper N° 19, Ginebra, ILO.
- Eichhorst, W. 2015. *Courage, Trust and Autonomy: Werner Eichhorst Outlines Challenges of the New World of Work*. Institute of Labor Economics (IZA).
- Faure, E. 1972. *Learning to Be. The World of Education, Today and Tomorrow*. International Commission on the Development of Education. París, UNESCO.
- Freeman, C. y Soete, L. 1997. *The Economics of Industrial Innovation*. Londres, Pinter.
- Frey, C. y Osborne, M. 2013. *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?* Oxford, Universidad de Oxford.
- Gallart, M.A. 2006. “Los desafíos de la formación profesional”. *Anales de la Educación Común*, tercer siglo, año 2, N° 5. Buenos Aires, Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, Dirección Provincial de Planeamiento.
- Gardner, H. 2011. *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Barcelona, Paidós Ibérica.
- Hermann, M., Pentek, T. y Otto, B. 2016. *Design Principles for Industrie 4.0. Scenarios* (consultado el 4 de mayo de 2016).
- Monteiro Leite, E. 1996. *El rescate de la calificación*. Montevideo, Cinterfor.
- Nübler, I., Salazar-Xirinachs, J.M. y Kozul-Wright, R. (eds.). 2016. *Transformando las economías: haciendo que la política industrial funcione para el crecimiento, el empleo y el desarrollo*. ILO-UNCTAD.
- OIT. 2016. “Los cambios tecnológicos y el trabajo en el futuro: cómo lograr que la tecnología beneficie a todos”. *La iniciativa del Centenario relativa al futuro del trabajo*, Nota informativa N° 1. Disponible en: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_543154.pdf
- Schumpeter, J.A. 1942. *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nueva York, Harper.
- _____. 1944. *Teoría del desenvolvimiento económico*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Schwab, K. 2016. *La cuarta revolución industrial*. Barcelona, Debate.
- Sladogna, M. 2008. “Las condiciones para el conocimiento productivo”. *Revista de Trabajo*, año 4, N° 5, pp. 105-114.
- Sundararajan, A. 2016. *The Sharing Economy*. Cambridge, The MIT Press.
- Yoguel, G., Novick, M. y Barletta, F. 2013. “Aportes desde la experiencia y la literatura internacional en materia de innovación y empleo para América latina: los desafíos de las nuevas tecnologías”. CEPAL (mimeo).
- Weinberg, P.D. 2017. “Formación profesional en la Argentina: ruptura, continuidad, innovación”. *Boletim Técnico do Senac*, vol. 43, N° 1, pp. 55-77.

CAPÍTULO 4

MARCO Y DINÁMICA INSTITUCIONAL PARA EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES COLECTIVAS

VERÓNICA ROBERT
DARÍO VÁZQUEZ
NICOLÁS MONCAUT
MARIANELA SARABIA
PABLO BORTZ

INTRODUCCIÓN

Distintos enfoques analíticos y estudios empíricos ponen en evidencia la importancia que tiene la diversificación productiva hacia segmentos de mayor complejidad tecnológica como un vehículo para el cambio estructural y la generación de empleos de calidad (Cimoli y Porcile, 2014; Kucera y Roncolato, 2014). En sintonía con esto, se han desarrollado conceptos complementarios sobre la relevancia de los procesos de construcción de habilidades colectivas y capacidades institucionales a la hora de diseñar, implementar y desarrollar estrategias que propicien tal diversificación (Peres y Primi, 2009; Nübler, 2014 y 2017). Con el fin de comprender las dinámicas virtuosas y también las debilidades de los procesos de diversificación productiva hacia los segmentos de mayor complejidad, el presente capítulo analiza los procesos de construcción endógena de habilidades colectivas y capacidades institucionales en un conjunto de experiencias vinculadas con el desarrollo local en Argentina.

En particular, se analizan las dinámicas de construcción de habilidades colectivas y capacidades institucionales en Argentina, a partir del estudio de dos territorios geográficamente determinados, que poseen cierta especialización en segmentos de alta tecnología (a los que, de aquí en adelante, nos referiremos como *clústeres tecnológicos*, si bien tan solo pueden considerarse como clústeres en formación). En primer lugar, presentamos un clúster incipiente, vinculado con la Universidad Nacional del Litoral (UNL), que nuclea a un conjunto de empresas de nano y biotecnología en torno a las ciudades de Santa Fe y Paraná. Luego, presentamos un clúster especializado en *software* y servicios informáticos (SSI) que se desarrolla en la ciudad de Tandil y está relacionado con la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN).

En ambos casos, las universidades han actuado como instituciones públicas estructurantes clave de la dinámica virtuosa desarrollada para la construcción de habilidades y capacidades, en asociación con las empresas radicadas en el territorio. También se corrobora que los territorios han sido beneficiados por una serie de políticas e instrumentos de promoción sectorial que han trascendido la relación universidad-empresa y, al mismo tiempo, han contribuido a la profundización de esta articulación.

Si bien estas experiencias pueden considerarse exitosas en algunos aspectos (como la transferencia tecnológica, la creación de empresas tecnológicas y la generación de empleo y exportaciones), el análisis de sus trayectorias también muestra ciertas debilidades y restricciones (lento crecimiento del clúster o especialización en segmentos de bajo valor).

Por este motivo, se ha complementado el análisis con la descripción de experiencias internacionales de frontera que se desenvuelven en los mismos dominios tecnológicos.

De este modo, en comparación con el clúster del Litoral, se analiza el caso de la biotecnología en Múnich, Alemania y, en relación con el clúster de Tandil, se estudia el caso del clúster TIC de Tampere, Finlandia. Además de la coincidencia sectorial, los casos internacionales permiten identificar aspectos en común, como la importancia de las relaciones universidad-empresa y la presencia de políticas nacionales de promoción de sectores particulares. Asimismo, dan cuenta de diferencias, como los distintos tipos de articulación de las experiencias locales con estrategias nacionales de desarrollo o la forma de inserción en cadenas globales de valor. El objetivo del análisis consiste en identificar las dimensiones y los procesos clave en la construcción de habilidades colectivas y capacidades institucionales, en países en desarrollo, en general, y en Argentina, en particular. Así, se procura reconocer aquellos mecanismos que promueven la sincronización y la retroalimentación entre el ámbito exclusivamente local y el ámbito nacional, mientras se presta atención a las principales restricciones que enfrenta el territorio local vis a vis las experiencias internacionales.

En la primera sección de este capítulo se propone, en primer lugar, analizar el concepto de *habilidades colectivas* y su relación con la literatura evolucionista de la firma y de los sistemas de innovación. En este sentido, se plantea un enfoque conceptual integrado, que permite vincular los saberes y aprendizajes que se despliegan en un territorio específico, desde sus trabajadores, hasta sus empresas e instituciones (incluyendo el ámbito de la política pública). Así se procura contribuir a la comprensión de la dinámica de los procesos de aprendizaje y observar de qué manera estos permiten crear fuentes de competitividad y transformar la estructura productiva.

En la segunda sección, se presentan cuatro casos de análisis con el objetivo de: i) ilustrar con ejemplos concretos los procesos de desarrollo de habilidades colectivas e ii) identificar límites y potencialidades de los casos locales.

En la tercera sección, se presenta la discusión de los resultados de los casos analizados a la luz del marco conceptual. En el texto se discute la posible extensión de estas experiencias locales de construcción de habilidades colectivas en una escala territorial mayor. Es decir que se analizan las interacciones entre las diferentes escalas geográficas (local, regional y nacional), con el objeto de discutir la posibilidad de extender la experiencia local de formación de capacidades hacia otros ámbitos del territorio nacional, en tanto se describe la relación entre la construcción de habilidades colectivas y las posibilidades de cambio estructural. De manera particular, se hace hincapié sobre el marco institucional que resulta necesario para alcanzar estas metas.

Por último, en la cuarta sección, se presentan las reflexiones finales del estudio.

1. MARCO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DE LOS CLÚSTERES TECNOLÓGICOS: CODETERMINACIÓN DE HABILIDADES COLECTIVAS Y CAPACIDADES INSTITUCIONALES

Siguiendo a Nübler (2013, 2014a, 2014b), las habilidades colectivas se asocian con las posibilidades de cambio estructural de un territorio, porque se refieren tanto a la aplicación de ese conocimiento para el desarrollo de ventajas competitivas como a emprender nuevas actividades a la par del cambio tecnológico. Las habilidades colectivas no son la simple suma de las habilidades individuales de los actores que componen un colectivo, sino que incluyen su coordinación, las dinámicas de aprendizaje y las sinergias derivadas de la interacción entre los actores.

El concepto de *habilidades colectivas* recae en la literatura sobre la noción de capacidades organizacionales, habilidades individuales y capacidades institucionales que se ponen en marcha para que un territorio pueda transitar procesos de cambio estructural. Nübler relaciona el conocimiento de un territorio con su competitividad y especialización. Aquí, en forma complementaria, se propone que el concepto de *habilidad colectiva* puede enriquecerse si se incorpora una perspectiva sistémica de la innovación, en la que se identifiquen actores, roles y formas de evolución, tanto dentro de un paradigma productivo (Dosi, 1982; Pérez, 2010) como en las transiciones entre paradigmas (Pérez, 1998).

En tal sentido, se explican las implicancias que las especificidades de los distintos sistemas de innovación (que incluyen tanto al entramado institucional como el productivo) imponen al desarrollo de las habilidades colectivas. Estas pueden interpretarse como aquellas con las que cuenta una sociedad para la resolución de problemas, para enfrentar los cambios y para guiar las transformaciones. Como se señaló anteriormente, no constituyen la mera suma de las habilidades de los individuos, empresas e instituciones. Por el contrario, toman en cuenta su coordinación en el interior de las organizaciones, las complementariedades y los aprendizajes que se derivan de la interacción, además del marco institucional que regula su trayectoria y su manera de accionar.

Las habilidades colectivas derivan entonces de la complementariedad e interacción entre: 1) las habilidades de los individuos (trabajadores), 2) las competencias organizacionales (empresas) y 3) las capacidades institucionales (tanto en instituciones públicas como privadas, por ejemplo, en las cámaras empresariales).¹

¹ El concepto de *habilidades colectivas*, introducido por Nübler, engloba diversas dimensiones que trascienden las tres categorías de análisis aquí propuestas. Sin embargo, ellas proporcionan una herramienta metodológica y analítica para la aproximación a experiencias concretas de construcción de habilidades colectivas.

RECUADRO 1.

CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS HABILIDADES, LAS COMPETENCIAS Y LAS CAPACIDADES PARA LA TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA

Las **habilidades de los individuos** se constituyen a partir de diferentes competencias, calificaciones y capacidades. De acuerdo con la Recomendación núm. 195 de la OIT (2004), las *capacidades* se refieren a la coordinación y el arbitrio de un conjunto de habilidades genéricas que se aplican durante una tarea o la resolución de un problema,² y engloban aptitudes sociales y emocionales, la creatividad, la manipulación y coordinación psicomotriz, la abstracción y la lógica.

Las *competencias*, en cambio, se refieren a aquellos conocimientos, aptitudes profesionales y saberes prácticos aplicados con cierto nivel de *expertise* en un contexto específico del ámbito laboral.

Por último, las *calificaciones* constituyen una expresión formal de dichas competencias profesionales del trabajador (por ejemplo, ser soldador certificado) y pueden ser acreditadas a nivel internacional, nacional o sectorial por diferentes agencias abocadas a su certificación.

Por otra parte, la conceptualización de las **competencias organizacionales** se enmarca en la teoría evolucionista de la firma (Nelson y Winter, 1982; Lall, 1992, 2000; Teece *et al.*, 1997; Dosi *et al.*, 2001; Chang, 2010; Sutton, 2012), que analiza la innovación y el cambio tecnológico, y en su relación con los procesos de desarrollo de las competencias y capacidades de las firmas a partir de los recursos disponibles (físicos y de conocimiento) y la interacción con los que dispone en su entorno (Penrose, 1959). De este modo, los procesos de aprendizaje surgirían tanto de la búsqueda individual como de la interacción entre diferentes actores (universidades, centros tecnológicos, instituciones públicas) en un entorno particular y, por lo tanto, desentrañar el proceso de formación de capacidades organizacionales y aprendizaje tecnológico implica reconocer el carácter sistémico de toda innovación.

También corresponde distinguir entre: (i) los conocimientos enraizados en la organización a partir de rutinas y subrutinas, junto con todo aquello que la firma sabe hacer mejor que otras y la distingue de otras empresas en el mercado (*core competence*) (Prahalad y Hamel, 1990; Nelson, 1991), por un lado, y (ii) el conjunto de capacidades dinámicas más complejas o de segundo orden (Zollo y Winter, 2002; Winter, 2003), que vehiculizan la organización de recursos de la propia firma y del entorno, ya sea para renovar sus competencias en períodos de gran incertidumbre y cambio tecnológico acelerado (Teece *et al.*, 1997). En este último caso, se pueden conjugar las *capacidades de absorción y de acumulación de conocimiento*, entendidas como la forma que tienen las empresas de identificar

² Recientemente, diferentes autores (Brynjolfsson y McAfee, 2012; Autor, 2014; Frey y Osborne, 2017) han discutido la importancia de la caracterización de cada uno de estos tipos de saberes en diferentes trabajos, anticipando que la robotización podría reemplazarlos. En esta línea, reconocer qué habilidades ponen en juego los trabajadores permitirá estimar el riesgo de cada trabajador de ser desplazado del mercado laboral debido a las nuevas tecnologías.

e incorporar conocimiento externo (Cohen y Levinthal, 1989, 1990) con las capacidades estratégicas y de innovación que orientan la construcción de nuevas competencias organizacionales.

Por último, el modo como las instituciones radicadas en un territorio alientan el desarrollo productivo, con qué recursos cuentan y cómo enfrentan la incertidumbre sistémica constituyen las denominadas **capacidades institucionales**. Criscuolo y Narula (2008) extrapolan el concepto de capacidad de absorción para analizar cómo se relaciona la capacidad de una región o un país para absorber conocimientos extranjeros y propiciar su desarrollo tecnológico. En este contexto, el desarrollo institucional, incluyendo la capacidad de planificación y de diseño e implementación de políticas públicas, ocupa un lugar central. Por otra parte, Peres y Primi (2009) señalan que dependiendo de sus objetivos, las políticas de desarrollo productivo requieren de múltiples capacidades institucionales (diseño, implementación, evaluación y actualización) y de un determinado número y alcance de instrumentos. Sin embargo, la dificultad para fortalecer y acumular las capacidades locales de un territorio constituye uno de los mayores desafíos. Los países con capacidades institucionales más débiles tienden a implementar únicamente políticas horizontales, mediante un conjunto limitado de instrumentos que promueven la generación de aprendizajes socialmente distribuidos, como la asistencia técnica, el cumplimiento de normas básicas, la formación de recursos humanos, etc. (Crespi *et al.*, 2014).

En el extremo opuesto, el diseño y la implementación de grandes proyectos nacionales o de políticas selectivas y de frontera demandan un largo y sinuoso proceso de aprendizaje institucional, que se orienta a desarrollar capacidades productivas e institucionales que permitan lidiar con la mayor complejidad técnica y coordinar tanto a los actores específicos como los instrumentos de apoyo que dichas acciones requieren (Lavarello y Sarabia, 2015). Aun así, los vaivenes de los ciclos económicos y/o políticos han atentado contra la sostenibilidad de los procesos de aprendizaje y la acumulación de capacidades, lo que conlleva a la destrucción efectiva de las habilidades institucionales, productivas, científicas y tecnológicas (Cristóforo, Graña y Pataccini, 2015).

Podemos conceptualizar como **habilidades colectivas** al conjunto de conocimientos y maneras de utilizarlos (rutinas) que radican en las personas, los trabajadores, las empresas y las instituciones dentro de un territorio específico, ya sea que se trate de un espacio local, una región o un país. Estas habilidades colectivas: 1) se construyen endógenamente a partir de la acumulación de aprendizajes dinámicos derivados de diversos tipos de esfuerzos e interacciones entre actores; 2) se fortalecen a partir de la existencia de complementariedades productivas de las empresas y los sectores, y 3) su transferencia (difusión) o imitación (absorción) son de difícil realización, dada la característica tácita de los conocimientos y prácticas que involucran.

Así como los trabajadores disponen de habilidades, las empresas disponen de competencias organizacionales y las instituciones locales también disponen de capacidades

para la identificación de oportunidades e implementación de políticas. Además, el desarrollo de habilidades y competencias en estos tres conjuntos de actores se retroalimenta de sus interacciones en dinámicas no lineales, lo que da lugar a que las habilidades colectivas puedan considerarse una propiedad emergente de un sistema complejo (Robert y Yoguel, 2010; Robert *et al.*, 2017).

El abordaje de los procesos de construcción de habilidades colectivas demanda, por lo tanto, tomar en consideración un conjunto de cuestiones que son formales, como el conocimiento de las organizaciones y los procesos establecidos para la formación de competencias, así como también un conjunto de aspectos informales, que se vinculan con la construcción de normas, la cultura o las relaciones de confianza, entre muchos otros que, por su naturaleza, son difíciles de captar en estudios de amplio alcance. De ahí que gran parte de lo que llamamos habilidades colectivas consista en un conjunto de conocimientos tácitos cuya transferencia e imitación se encuentran limitadas.

Como la literatura de sistemas de innovación considera tanto los aspectos dinámicos como la interacción que se da entre los actores en un territorio específico, en el presente capítulo nos focalizaremos sobre la creación de estos espacios por tratarse de una estrategia óptima para la construcción de las habilidades colectivas.

En la literatura especializada es posible identificar diferentes conceptos que se refieren a espacios territoriales óptimos de interacción y creación de habilidades colectivas. Algunos de ellos se denominan “clúster”, “distrito industrial”, “aglomeración productiva”, “polo de desarrollo” o “sistema regional”. El origen de la conceptualización de estos entramados locales se encuentra en la noción de *economías externas* de Marshall (1890), mientras que las primeras definiciones de clústeres se vinculan con la idea de una agrupación de empresas que busca facilitar un intercambio fluido de bienes y servicios (Becattini, 1987), los desarrollos conceptuales más complejos también los entienden como espacios de interacciones que van más allá del mero intercambio mercantil (Storper, 1995).

En particular, la concentración de actividades productivas en un ámbito local está asociada con la existencia de activos intangibles relativamente inmóviles, tales como las instituciones, el conocimiento incorporado por las personas y las organizaciones, la presencia de cámaras empresarias, centros tecnológicos y universidades, entre otros (Storper, 1995). Estos activos influyen en el desempeño de las empresas, más allá de los esfuerzos individuales de innovación y aprendizaje que se implementen. Así, por ejemplo, el conocimiento generado en el ámbito local conduce a un proceso de aprendizaje colectivo que resulta de la interacción entre actores heterogéneos que cumplen diferentes roles en la generación, acumulación y apropiación de ese conocimiento (Maskell y Malmberg, 1995).

El enfoque evolucionista se refiere a los clústeres a partir de los sistemas locales de producción e innovación, en tanto se trata de espacios de interacción definidos por las relaciones horizontales y verticales entre las empresas, tanto de carácter competitivo como cooperativo, y entre las empresas y las instituciones, en el contexto de una ubicación geográfica común, con una infraestructura localizada de apoyo (Yoguel, Borello y Erbes, 2009). De este modo, tanto las actividades productivas como la innovación se extienden más allá de las empresas individuales, e involucran a otros agentes ubicados en el espacio geográfico donde operan (Lundvall, 2010).

En efecto, cada entramado institucional local contiene a las organizaciones de un territorio y da forma a las modalidades de interacción entre ellas. Por lo tanto, afecta especialmente a las modalidades de aprendizaje. El hecho de que las instituciones estén relativamente

ancladas en un territorio específico, explica la importancia de lo local aun en presencia de interacciones (mercantiles y no mercantiles) que trascienden a un espacio concreto (Maskell y Malmberg, 1999; Storper, 1995; Asheim, 1996).

La literatura ofrece diferentes explicaciones acerca del origen de los clústeres tecnológicos, que van desde las perspectivas de que los consideran resultados de procesos *bottom-up* (“desde abajo”), relativamente autoorganizados, hasta las explicaciones *top-down* (“desde arriba”), es decir, como consecuencia de políticas articuladas para su promoción y desarrollo. En particular, Chiesa y Chiaroni (2004) clasifican a los clústeres tecnológicos según su origen, en tres grupos: i) clústeres *policy-driven* (“impulsados por políticas”); ii) clústeres espontáneos; y iii) clústeres híbridos.

Básicamente, los clústeres *policy-driven* se distinguen porque la acción gubernamental directa generó en el pasado las condiciones para su desarrollo, ya sea a partir de políticas de reestructuración –como respuesta a una crisis– o de políticas deliberadas de promoción y desarrollo industrial. Según los autores, aquellos clústeres vinculados con políticas de reestructuración se asocian con la existencia de una fuerte base industrial, dada por la presencia de una gran firma o de un sector en el territorio, que entran en un período de crisis. Tal como se apreciará, esto ha ocurrido recientemente en el caso de Tampere, lo que motiva la intervención del Estado para sostener y crear empleos en la región afectada, en función de aprovechar y elevar las competencias existentes en el área. En este sentido, lo que se busca es financiar y apoyar la investigación aplicada para la creación de *spin-off* industriales.

En cambio, los clústeres originados a partir de políticas de promoción y desarrollo industrial involucran una intervención gubernamental generalmente orientada al inicio y el desarrollo de nuevas firmas, y para ello se estimula la inversión privada y se favorece la difusión del conocimiento tecnológico, dentro de una estrategia de desarrollo productivo que busca acompañar las transformaciones tecnológicas (cambios de paradigma) en curso. En este caso, se otorga importancia a la provisión de bienes y servicios públicos esenciales (como infraestructura de calidad y financiamiento diferencial), al establecimiento de un marco regulatorio orientado a la promoción de nuevas actividades a nivel sectorial y regional, y a la generación de interacciones territoriales que desarrollen una “cultura innovadora” a partir de la interacción interinstitucional. Respecto de este tipo de intervención, el caso de Múnich pone de manifiesto el rol de la institucionalidad pública en asociación con el sistema educativo, los institutos de investigación y con el sector privado, en la construcción de un clúster que desarrolla tecnología de punta. Sin embargo, debe mencionarse que, si bien estos tipos de clústeres constituyen categorías analíticas puras, en la realidad –particularmente, en los casos de estudio– se presentan yuxtaposiciones de estilos y procesos de acumulación de capacidades que contribuyen a determinar la dependencia del sendero o *path dependence*.

Por otra parte, según la tipología de Chiesa y Chiaroni (2004), los denominados clústeres *espontáneos* se asocian con la aglomeración de firmas en torno a determinadas áreas que poseen características o factores que favorecen su nacimiento y desarrollo, sin la necesidad o existencia de actores públicos que determinen su creación. Un aspecto destacado de estos clústeres es que no suelen tener una organización “núcleo” que coordine las actividades del resto del conjunto. Finalmente, según la tipología citada, los clústeres *híbridos* se originan a partir de la combinación de ambos tipos de fuerzas.

2. ESTUDIO DE CASOS

En esta sección, se revisan cuatro experiencias distintas de clústeres tecnológicos (en formación y ya consolidadas), presentes en Argentina y en otros lugares del mundo. En particular, se analizan sus marcos institucionales y la forma como encararon la construcción endógena de habilidades colectivas. Las experiencias internacionales son relatadas fundamentalmente a partir de la revisión bibliográfica de la literatura existente. Las experiencias locales, en cambio, combinan la revisión de estudios previos con el trabajo de campo, que consistió en la realización de entrevistas con actores e informantes clave de cada caso. Luego, cada experiencia local es comparada con una experiencia internacional exitosa desarrollada en el mismo sector. Con esta metodología, se pretende identificar tanto las potencialidades como los desafíos de los clústeres locales y extraer lecciones para la implementación de políticas que se orienten hacia el desarrollo de las habilidades colectivas específicas de cada sector.

Las dimensiones de análisis de cada caso incluyen:

- el proceso de formación y surgimiento del clúster;
- el marco regulatorio e institucional que guía el desarrollo de la actividad en ese territorio en especial y con relación a otras escalas geográficas de interés, como la región y el país;
- las capacidades del clúster, entendidas como la infraestructura física y de conexiones para el desarrollo de la actividad;
- el financiamiento y las interacciones entre oferta y demanda;
- la formación de habilidades colectivas sobre las que recae el desarrollo de la actividad y que al mismo tiempo habilitan una dinámica de transformación y cambio en la estructura productiva del territorio.

2.1. EL CLÚSTER BIOTECNOLÓGICO DE MÚNICH

El clúster biotecnológico de Múnich se especializa en la industria farmacéutica (principalmente en Martinsried/Grosshadern) y agroalimentaria, y de servicios ambientales (principalmente en Freising/Weihenstephan). La mayor parte de sus firmas ofrece servicios de apoyo sobre la base de tecnologías de plataforma con una gran versatilidad ante demandas diferenciadas, mientras que una minoría de empresas se concentra en el desarrollo y producción de productos farmacéuticos biotecnológicos destinados a nuevos *targets* terapéuticos (Casper, 2000; Casper y Soskice, 2004; Chiesa y Chiaroni, 2004).

A fines de 2016, existían 360 empresas biofarmacéuticas (225 de las cuales eran biotecnológicas) en Baviera, que empleaban a 32 mil trabajadores, mientras que había más de 10 mil científicos vinculados con las ciencias biomédicas (BioM, 2017). Entre las empresas con presencia en el clúster se encuentran firmas líderes a nivel internacional, como Roche, MSD Sharp & Dohme, Novartis y Amgen, junto con un número de empresas locales con las que interactúan en el marco de una densa red de conexiones.

Respecto de la infraestructura institucional para la formación de habilidades colectivas y capacidades de innovación, la región cuenta con tres Institutos Max Planck, tres Institutos Fraunhofer, dos universidades, dos politécnicos, un centro de investigación estatal en salud

ambiental (el Helmholtz Zentrum München) y un instituto Leibniz, dedicado a la investigación de química de alimentos (Cooke, 2002).

La conformación de este clúster se remonta a mediados de los años noventa, cuando algunos elementos clave se combinaron para potenciar el desarrollo de la biotecnología en la región. En los términos de Chiesa y Chiaroni (2004), el clúster de Múnich constituye claramente un clúster *policy-driven*, originado por políticas públicas con objetivos de desarrollo industrial. La estrategia alemana de política en el sector de la biotecnología estuvo orientada a aprovechar las capacidades y las infraestructuras previamente establecidas en distintas regiones. En particular, la ciudad de Múnich ya contaba con un Instituto Max Planck de bioquímica, fundado en 1973, un hospital universitario y un centro (público-privado) de investigación en biología molecular aplicada, que actuaron como sustrato para la creación de nuevas empresas y para propiciar la diversificación hacia la investigación biotecnológica de empresas farmacéuticas como Boehringer Mannheim, en este caso con presencia en la región desde los años cincuenta.

Sin embargo, el clúster encuentra su origen, concretamente, en las políticas nacionales dirigidas al desarrollo de clústeres biotecnológicos en Alemania. Estas políticas pueden ordenarse en dos momentos. En primer lugar, a fin de la década de 1980 y principios de los años noventa, se construye el marco institucional sectorial que le da forma y legalidad al mercado de productos biotecnológicos. En efecto, en esta época se reglamentó la actividad de la moderna biotecnología a través de dos leyes de carácter general: la Ley de Protección de Embriones (*Embryonenschutzgesetz*) y la Ley de Ingeniería Genética (*Gentechnikgesetz*). Estas leyes se constituyeron como normas basales del sector, en tanto fijaron los estándares legales de autorización para la investigación y producción con organismos genéticamente modificados, que luego convergían con los estándares europeos.

En segundo lugar, en 1995 se llevó a cabo una de las políticas centrales para impulsar el desarrollo de los clústeres biotecnológicos en Alemania. Efectivamente, ese año se aplicó el Programa BioRegio, organizado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF, por sus siglas en alemán). A través de este programa, distintas regiones concursaron por fondos para el desarrollo de clústeres de biotecnología, en función de sus capacidades previas y de su potencialidad para el desarrollo futuro. Si bien este programa fue la auténtica piedra fundacional del desarrollo de los clústeres biotecnológicos de Alemania,³ también es cierto que las políticas previas de desarrollo de capacidades científico-tecnológicas fueron clave para predeterminar qué regiones resultarían favorecidas por esta política.

Así, la construcción de capacidades en la década de 1980 encontró continuidad con el programa BioRegio, que se orientó a la creación de nuevas empresas y a la construcción de nuevas capacidades en firmas. Las regiones ganadoras fueron beneficiadas con financiamiento público destinado a la creación de parques tecnológicos e incubadoras, y a proyectos de I&D “pre-competitiva”.⁴ De este modo, 57 proyectos dentro de las regiones

³ La competencia favoreció la creación de 17 regiones biotecnológicas, de las cuales cuatro tuvieron acceso a fondos gubernamentales (Múnich, Colonia, Heidelberg y Jena) (Kaiser, 2003; Chiesa y Chiaroni, 2004). En todas las regiones se crearon Oficinas nacionales de promoción de la biotecnología, destinadas a brindar servicios de consultoría en comercialización de investigaciones, asesoría en gestión de nuevas firmas y subsidios para patentamiento (Casper y Soskice, 2004).

⁴ El Estado Federal dispuso financiamiento para aquellas tres regiones que “demostraran estar en una fuerte situación competitiva y tener grandes perspectivas de crecimiento en biotecnología” (Chiesa y Chiaroni, 2004). Los fondos se destinaban únicamente a aquellos proyectos que obtuvieran al menos la misma cantidad de dinero de parte de inversores privados (también las regiones apoyaron estos proyectos con una parte del financiamiento). Esto implicó una reducción del riesgo financiero que impactó positivamente en las inversiones privadas en biotecnología.

favorecidas entre 1996 y 2000, fueron acompañados mediante una inversión total de 72 millones de euros (Kaiser, 2003), de los cuales 25 millones fueron aportados por el Estado alemán a través del programa (BioM, 2017). Esta inversión generó fuertes incentivos a la unión y el compromiso conjunto de los actores de la región, en torno a una estrategia común (Chiesa y Chiaroni, 2004), lo que rápidamente fortaleció relaciones que previamente eran débiles, en tanto potenció la creación de numerosos *spin-offs* de universidades, institutos de investigación y firmas farmacéuticas y agroquímicas de Múnich. Por otra parte, el gran esfuerzo de financiamiento público realizado para la construcción de infraestructura fue complementado con el desarrollo del capital de riesgo, basado en iniciativas regionales.

Estas acciones también fueron acompañadas por apoyo sostenido en áreas de educación e investigación, potenciando las actividades de transferencia desde el nivel nacional. Así se impulsó la armonización e integración de los programas académicos de las universidades y los institutos politécnicos y, desde principios de los años noventa, se orientó tanto a las universidades como a las instituciones públicas de investigación (por ejemplo, los institutos Max Planck, Fraunhofer y Leibniz) hacia la transferencia, a través de financiamiento específico y marcos institucionales acordes con la comercialización de los resultados de investigación biotecnológica (como patentes y registros de propiedad intelectual), la incubación de empresas y la generación de *startups* (financiamiento de capital de riesgo) (Kaiser, 2003; Casper y Soskice, 2004).

Las instituciones públicas de investigación también se orientaron hacia la ciencia aplicada y la transferencia desde sus diferentes perfiles: los Max Planck y Leibniz, por ejemplo, desarrollaron una mayor orientación a la ciencia básica, mientras que los institutos Fraunhofer se dedicaron a la transferencia.

En tanto institución orientada a la transferencia, sin duda los institutos Fraunhofer se han convertido en organismos de especial importancia.⁵ Actualmente, cada instituto está asociado con una universidad local con la que interactúa en proyectos de I+D y en actividades de formación. Como ejemplo, se puede citar que las investigaciones de doctorado vinculadas con desarrollos de productos o procesos son llevadas a cabo directamente dentro de los Fraunhofer, lo que genera una alta rotación laboral entre la academia y la industria (Casper y Murray, 2005). También se ha estipulado que los resultados de los proyectos de investigación radicados en estos institutos deben llegar a la industria en un plazo máximo de cinco años.

Las líneas de los proyectos de investigación que desarrollan los Fraunhofer se deciden a nivel nacional, a partir de la consulta realizada con los distintos estamentos académicos e industriales. También debe aclararse que existe tanto competencia como colaboración entre los distintos Fraunhofer, por acceder al financiamiento de sus respectivos proyectos.

En relación con las actividades de formación, se promueve un enfoque de “aprender y aplicar”, ya que los cursos de formación ofrecidos siempre buscan dar lugar a nuevos proyectos de investigación y a las subsecuentes mejoras de calidad de los productos. En tal sentido, los seminarios y los cursos de capacitación implementados operan como catalizadores para desarrollar proyectos de investigación e interacción entre los distintos participantes, entre quienes conviven estudiantes, empresarios, emprendedores y trabajadores de la industria.

⁵ El contenido de los párrafos siguientes referido al funcionamiento de los Institutos Fraunhofer está principalmente basado en una entrevista telefónica realizada con Eduardo Colángelo, Fraunhofer IPA, Stuttgart, 24/8/2017.

En este contexto, la construcción de habilidades colectivas resulta en (y es alimentada por) una mayor demanda de fuerza laboral capacitada, nuevos emprendimientos y nuevos proyectos de investigación, desarrollo e innovación, dentro de líneas temáticas promovidas desde la política nacional, que cuentan con soporte financiero público y privado, local, nacional e internacional.

Las iniciativas nacionales relatadas fueron la base sobre la cual los gobiernos regionales (en este caso particular, la referencia es al gobierno de Múnich) impulsaron una serie de medidas complementarias para propiciar el desarrollo y el funcionamiento del clúster. Así, con respecto a la infraestructura científico-tecnológica, el gobierno de Bavaria impulsó la creación del Centro de Innovación Biotecnológico IZB, el cual jugó un rol clave en el apoyo de las *startups* regionales, a partir de la apertura de dos incubadoras en 1998 y 2001, que proveen, entre otros, servicios logísticos y de equipamiento compartido.⁶

Acerca del financiamiento, se creó un fondo especial de capital de riesgo para las nuevas empresas biotecnológicas (el Bayern Kapital). Sin embargo, la acción regional más relevante fue la creación de BioM, una organización en red público-privada que combina el fomento a la creación de empresas con el soporte financiero y de otros servicios, y que constituye el principal coordinador de las actividades llevadas a cabo en el clúster. BioM está integrada por el Estado bávaro, el sector industrial y algunos bancos, lo que le ha otorgado un perfil exigente respecto de la selección de proyectos a financiar e incubar (Cooke, 2002). BioM está dedicada a brindar financiamiento, a conectar empresas con universidades e institutos de investigación, y a generar un clima colaborativo en torno a una “misión común” que permita el desarrollo del clúster (Chiesa y Chiaroni, 2004).⁷ Junto con Bayern Kapital, BioM ha aumentado el atractivo del clúster como destino de inversiones privadas de *venture capital* (las que llegaron a sumar 123 millones de euros en 2016), así como de mercados de capitales, con empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Frankfurt (BioM, 2017). Asimismo, esta organización alcanzó un rol clave para atraer el financiamiento de la Unión Europea.

2.2. EL CASO DE UN CLÚSTER INCIPIENTE DE BIOTECNOLOGÍA EN EL LITORAL

En la ciudad de Santa Fe existe un conjunto de empresas de base tecnológica cuyo origen está asociado con la Universidad Nacional del Litoral (UNL), lo que ha llevado a algunos autores a argumentar que existe potencialidad para el desarrollo de un clúster tecnológico en la región. La existencia de un parque tecnológico público-privado, el Parque Tecnológico Litoral Centro (PTLC), puede ser identificado como un factor aglutinante para unir a las empresas con los centros de investigación y desarrollo con los que mantienen relaciones.

Actualmente, en el PTLC están radicadas alrededor de 20 empresas (la gran mayoría pymes), entre las cuales aproximadamente la mitad está vinculada directamente con el sector

⁶ Estas incubadoras han sido el lugar de nacimiento de varias compañías exitosas: “Desde su creación, 100 compañías Life-Science han sido fundadas bajo el techo de IZB y los inquilinos de IZB han creado más de 1000 empleos permanentes” (PWC, 2011; traducción propia).

⁷ En este sentido, además de los numerosos servicios de consultoría y financiamiento, se destacan servicios especiales e iniciativas de *networking* brindadas por BioM, como la creación de una plataforma virtual para intercambio de información, la instauración de un “Programa Pre-semilla”, y la apertura de un “Club de ciencia”, con el objetivo de poner en contacto a los científicos experimentados con los jóvenes, para que compartan sus experiencias (PWC, 2011).

de biotecnología, salud humana o servicios asociados. Además, existen otras empresas de bio y nanotecnología en la región que, si bien no están localizadas dentro del parque, mantienen vínculos con grupos de investigación de la Universidad y de las empresas del PTLC. En conjunto, todas estas instituciones conforman una base organizacional que puede dar lugar a un clúster de biotecnología. Al día de hoy, esta base concentra alrededor de 10 empresas biofarmacéuticas, que juntas representan al 16% de las empresas del sector biofarmacéutico de Argentina (Gutman y Lavarello, 2017). Entre ellas, se destaca Zelltek y dos pequeñas firmas vinculadas que forman parte del grupo Amega, uno de los tres grupos más importantes de biotecnología para salud humana del país.

Oportunidades de mercado a nivel internacional impulsaron la diversificación de los laboratorios farmacéuticos locales hacia la producción de medicamentos biosimilares. Luego, las capacidades acumuladas por algunos laboratorios en la producción de biológicos extractivos, junto con la expiración de las patentes de ciertos productos biotecnológicos, constituyeron los impulsos iniciales para determinar el desarrollo de estas producciones en el país. Sin embargo, estas estrategias no habrían sido posibles sin la existencia, a nivel local, de una relevante infraestructura pública de CyT, una importante escuela de biomedicina y trabajadores altamente calificados en las disciplinas científicas asociadas con la moderna biotecnología. En efecto, junto con la infraestructura de CyT, la creación de instrumentos horizontales de apoyo a las actividades de I+D desde la segunda mitad de los años noventa constituyó un elemento clave en la difusión del nuevo paradigma del sector (Díaz *et al.*, 2006; Gutman, Lavarello *et al.*, 2006).

El origen de este incipiente clúster se remonta a comienzos de la década de 1990, momento de incubación de Zelltek en la UNL. En ese entonces, un grupo de investigadores argentinos formados en Alemania llegaron a la Universidad con el proyecto de crear una empresa especializada en la producción de principios activos de medicamentos de origen biotecnológico. De esta manera, sin una política explícita de la universidad ni del Estado, la empresa comenzó a operar incubada por la UNL.

A partir de lo dicho, se comprende que la relación universidad-empresa ocupó el centro como primera experiencia de incubación, si bien lo hizo en ausencia de un plan específico y del conjunto de instituciones de apoyo que hubieran sido requeridas. A lo largo del tiempo, la experiencia de incubación original se fortaleció con políticas nacionales, locales y regionales, mientras simultáneamente se inauguraba el camino para la creación de nuevas empresas.

Entre las políticas clave que fortalecieron la experiencia de incubación, se destacan: 1) la constitución de un parque tecnológico aledaño a la Universidad (Parque Tecnológico del Litoral Centro - PTLC), como un consorcio entre el CONICET, los gobiernos provinciales y locales, la UNL y las cámaras empresariales locales; 2) la promoción de la transferencia tecnológica desde la Universidad, mediante la creación de una importante oficina de transferencia tecnológica y un centro que provee servicios de transferencia, incubación y creación de empresas (CETRI), que es líder a nivel nacional; y 3) un conjunto de políticas nacionales orientadas a la promoción de biotecnología en el país. Debido a su origen y organización, el incipiente clúster responde al formato *híbrido* descrito por Chiesa y Chiaroni (2004), ya que desde un principio sigue el patrón de los clústeres de origen espontáneo pero luego se potencia a partir del apoyo dado por una política pública.

En lo que respecta a las **habilidades individuales**, la UNL adquiere un rol preponderante a partir del dictado de carreras específicas para la formación de los conocimientos requeridos por el sector biofarmacéutico, al ofrecer formación en: licenciatura en Biotecnología, licenciatura en Bioquímica y doctorados en Bioquímica y Biología aplicada. Además, resulta

clave la formación complementaria que adquieren los trabajadores directamente en sus puestos de trabajo.

Por otra parte, la construcción de **capacidades institucionales** que constituyen mecanismos de articulación entre escalas (nacional y local) y entre actores se llevó a cabo a partir de: i) un conjunto de instrumentos nacionales específicos para el fomento de la biotecnología, ii) una serie de instituciones nacionales orientadas a la regulación de los productos y de los procesos productivos del sector (CONABIA,⁸ ANMAT⁹ y SENASA¹⁰), iii) las políticas locales y nacionales para la creación del PTLC, y iv) la política universitaria dirigida a promover vinculaciones con el sector productivo.

A lo largo de la primera década de los años dos mil, se diseñó una serie de políticas nacionales específicas para el desarrollo del sector biotecnológico. En particular, se debe mencionar la Ley N° 26.270 para la promoción del desarrollo y producción de la biotecnología moderna.¹¹ Esta ley otorga beneficios fiscales para promover tanto la investigación como la producción del sector. Los criterios de elegibilidad de los proyectos a promover responden a prioridades fijadas por el Gobierno nacional y por los gobiernos provinciales. A partir de esta ley, también se creó un Fondo de Estímulo a Nuevos Emprendimientos en Biotecnología Moderna, que está integrado por recursos asignados desde el presupuesto nacional y por fondos no reintegrables provistos por organismos multilaterales, además de otras fuentes.

La ley surgió de un debate público-privado entre los principales actores del sector, lo que le otorgó desde sus inicios una fuerte legitimidad, sin embargo, luego de su sanción en 2007, todavía no fue reglamentada, lo que puso de manifiesto una importante incapacidad institucional para sostener las señales de la política pública. Solo recientemente se dio un mayor compromiso en favor de la reglamentación de esta ley en el marco de un plan estratégico del sector, si bien su implementación todavía no se concreta.

Estos vaivenes contrastan con una mayor claridad en las políticas de fomento a la ciencia y la tecnología, a lo largo de la década pasada. En 2007, por ejemplo, tanto la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología como el diseño del Plan estratégico 2020 dieron un fuerte impulso al sector. La biotecnología, junto con la nanotecnología y las TIC, fueron identificadas como actividades transversales estratégicas que deben ser promovidas, y se

⁸ La Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria regula las actividades relacionadas con organismos genéticamente modificados (OGM) de uso agropecuario. Tiene como objeto garantizar la bioseguridad del agroecosistema. Para ello, sus técnicos analizan y evalúan las solicitudes presentadas para desarrollar actividades con OGM. La Comisión está constituida por representantes del sector público y privado, involucrados en la biotecnología agropecuaria.

⁹ La Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica se encarga de los procesos de autorización, registro, normatización, vigilancia y fiscalización de los medicamentos, alimentos y dispositivos médicos en todo el territorio nacional.

¹⁰ El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria se encarga de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad y calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia, así como de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia.

¹¹ Se entiende por “Biotecnología moderna” a toda aplicación tecnológica que, basada en conocimientos racionales y principios científicos provenientes de la biología, la bioquímica, la microbiología, la bioinformática, la biología molecular y la ingeniería genética, utiliza organismos vivos o partes derivadas de los mismos, para la obtención de bienes y servicios o para la mejora sustancial de procesos productivos y/o productos, entendiéndose por “sustancial” que conlleve contenido de innovación susceptible de aplicación industrial, impacto económico y social, disminución de costos, aumento de la productividad u otros efectos que sean considerados pertinentes por la Autoridad de aplicación.

dispusieron fondos sectoriales concursables para la constitución de consorcios público-privados destinados a estas actividades (Fondo Argentino Sectorial - FONARSEC).¹²

Por otro lado, los organismos regulatorios cumplen el rol de fijar normas y certificar productos y procesos, por lo tanto, en ese contexto, juegan un papel preponderante en la creación de mercados. En este sentido, cabe mencionar la existencia de ciertos obstáculos para el desarrollo del sector biofarmacéutico local, debido a la falta de estándares respecto de las pruebas clínicas que son requeridas para la desregulación de los medicamentos biosimilares.

En cuanto a la infraestructura de CyT, resulta clave el rol del PTLC, ya que en ausencia de una institución específica, este toma las funciones de una organización red. Así es cómo, desde el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), y con el apoyo del gobierno local (que años antes donó los terrenos) se impulsó su creación.

Se trata de un parque tecnológico cuya propiedad es mayoritariamente estatal (Sociedad Anónima con Participación Estatal Mayoritaria - S.A.P.E.M.), diseñado para la radicación de empresas de base tecnológica. En tanto, sus socios fundadores son la UNL, el Gobierno de la Provincia de Santa Fe, la Municipalidad de la Ciudad de Santa Fe, la Confederación General Económica (CGE) y la Confederación General de la Industria (CGI).

El PTLC ofrece servicios para la preincubación, incubación y radicación de empresas. Adicionalmente, administra predios, que son propiedad del CONICET, y ofrece servicios de gestión y gerencia de emprendimientos. Indudablemente, se trata de una Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT),¹³ a través de la cual es posible gestionar proyectos financiados con subsidios públicos.

Por otra parte, la UNL ya había comenzado a fortalecer sus vínculos con el sector privado a partir de la creación del Centro para la Transferencia de los Resultados de la Investigación (CETRI), que data de 1994. Si bien desde las diferentes facultades de la Universidad ya se realizaban servicios tecnológicos a terceros, el CETRI permitió consolidar tal vinculación al centralizar la demanda y las gestiones. A la vez, el centro también actúa como UVT y ofrece servicios de registro de propiedad intelectual. A través de esta institución, entre 2002 y 2014 se presentaron 52 patentes de Biotecnología en Argentina, Alemania, Gran Bretaña, España, Estados Unidos, México, Australia, Brasil, China, India y Pakistán (Cellino-INTI, 2015).

También se constata que, como producto de las interacciones entre las iniciativas públicas y privadas, se creó una importante infraestructura física, de CyT y de conexiones que dan soporte a las actividades que allí se desarrollan. Entre estas, se encuentra el PTLC, que provee el espacio físico, ya sea para la radicación de nuevas empresas o para la incubación de emprendimientos tecnológicos. En el parque se encuentran radicadas las principales empresas del sector que pertenecen a la región y algunos laboratorios de investigación y desarrollo públicos (CONICET),¹⁴ que poseen el potencial de brindar servicios a las empresas

¹² Como resultado de la Convocatoria FSBIO 2010 Agrobiotecnología fueron aprobados tres proyectos. Los montos para cada proyecto aprobado oscilaron entre US\$ 1.500.000 y US\$ 10.000.000.

¹³ La UVT asiste a emprendedores en el desarrollo de proyectos que tengan como fin el mejoramiento de actividades productivas y comerciales. Fomenta innovaciones que impliquen investigación y desarrollo; transmisión de tecnología y asistencia técnica. Aporta su estructura jurídica para facilitar la gestión, la organización y el gerenciamiento de los proyectos.

¹⁴ Uno de estos laboratorios, el Instituto de Agrobiotecnología del Litoral, se especializa en agrobiotecnología.

locales. Por otra parte, la Universidad tiene laboratorios propios que interactúan con las empresas locales, brindando servicios y realizando desarrollos conjuntos. Entre estos se destacan: el Laboratorio de cultivos celulares orientado a la investigación y el desarrollo de nuevos medicamentos biosimilares y estudios de inmunogenicidad; el Laboratorio de control de calidad de biofármacos; y un Bioterio que brinda servicios para los estudios preclínicos sobre nuevos fármacos.

Asimismo, nuevas empresas de nanotecnología radicadas en el parque o en sus inmediaciones pueden considerarse parte de la infraestructura, ya que existen experiencias de desarrollos conjuntos con empresas de biotecnología, por ejemplo, para el transporte de medicamentos.

En cuanto a las **capacidades organizacionales**, se observan diferentes interrelaciones entre los actores que apuntan a su desarrollo. En primer lugar, es posible observar que la UNL se encarga de la formación en ciencias, ya que crea las competencias laborales específicas que son requeridas por el sector productivo. En segundo lugar, se encuentra el CETRI, que capacita a futuros emprendedores y fomenta la creación y el desarrollo de empresas. En tercer lugar, están los laboratorios de la UNL y los del CONICET, que se convierten en proveedores especializados para las empresas que se radican en la región. En cuarto lugar, se ubica el accionar de las empresas, quienes emplean a los trabajadores formados en la UNL, lo que permite que los esfuerzos públicos realizados para su formación sean aprovechados localmente. En quinto lugar, se observa que la Universidad aprende de la experiencia de aplicación de conocimiento científico y tecnológico a la resolución de problemas, lo cual le permite consolidar habilidades específicas para la incubación, en tanto va adaptando los contenidos de las materias y los temas de investigación según los cambiantes requisitos del sector productivo.

El financiamiento para el desarrollo del parque y la incubación de las empresas es principalmente público, sin embargo, a la hora de afrontar los altos costos de validación de los medicamentos y de lanzamiento al mercado de nuevos productos, la fuente de inversión pasa a ser principalmente privada. Así fue en el caso de Zelltek,¹⁵ la empresa incubada por la UNL que luego fue adquirida por el grupo Amega (Gutman y Robert, 2016).

Las particulares regulaciones de la biotecnología para la salud humana acrecientan la necesidad de financiamiento para sostener la acumulación de las capacidades generadas en este clúster. Por otro lado, las incubaciones exitosas brindan financiamiento para la instalación, el equipamiento y el mantenimiento de los laboratorios de la UNL. En general, ocurre que las empresas retribuyen a la Universidad por los servicios de incubación un porcentaje fijo de las ventas (entre el 3% y el 6%) de los productos desarrollados en forma conjunta (aunque si la empresa no tiene ventas, el pago es nulo). Respecto de los servicios, las retribuciones se dirigen mayoritariamente (86%) a la unidad académica que genera el servicio, mientras que el resto queda en el presupuesto general de la Universidad.

La trayectoria y la composición actual del clúster en formación de biotecnología en Santa Fe contrastan fuertemente con la experiencia previa. La debilidad en materia de financiamiento, la inestabilidad reglamentaria, la falta de una prospección común para la región y la ausencia de una política nacional de fomento al desarrollo de clústeres son algunos de los factores

¹⁵ Esta empresa se dedica a la producción de biosimilares de proteínas recombinantes de la primera generación, incluyendo medicamentos, ingredientes activos (API según su sigla en inglés), y reactivos de diagnóstico (Gutman y Lavarello, 2010).

que diferencian las experiencias. Sin embargo, constituye uno de los pocos casos de nivel nacional en los que a instancias de la política pública (nacional y local) y de la mano del impulso de las políticas universitarias en favor de la transferencia tecnológica, se alcanzó una creciente actividad en sectores de alta tecnología, lo que permitió modificar el perfil de especialización de la región.

Aun así, quedan algunas cuestiones a ser resueltas. En particular, es necesario subrayar que existen altas barreras a la entrada, que dan lugar a una estructura bastante concentrada del mercado biotecnológico argentino. Estas barreras responden al control de las redes comerciales y a las especificidades de las regulaciones nacionales e internacionales referidas a la propiedad intelectual, a la aprobación de las agencias gubernamentales de salud, a dar cumplimientos de estándares de proceso y producto¹⁶ y al acceso a los mercados administrados.

Todo esto determina las condiciones de competencia y el tipo de capitales que predominan en el sector. A la vez, la ausencia de capitales de riesgo y de grandes programas públicos de financiamiento dificulta el surgimiento de nuevas empresas (Gutman y Lavarello, 2010, 2017). Tal como fuera mencionado, las exigencias burocráticas en los segmentos que se orientan a la salud humana generan una demanda de financiamiento que no es satisfecha por el marco institucional del clúster.

2.3. CLÚSTER DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) Y DE SOFTWARE EN TAMPERE

El clúster tecnológico de Tampere, en Finlandia, ha desarrollado capacidades colectivas en una amplia gama de industrias que involucran tecnologías de punta, aunque su inicio se relaciona con las TIC, las cuales mantienen un rol preponderante en el clúster. En la actualidad, es posible identificar seis grandes áreas de competencia en este clúster: i) la ingeniería mecánica, robótica y de automatización; ii) las TIC y el software; iii) las tecnologías de aplicación médica (*life sciences*); iv) los servicios multimedia (*creative industries*); v) las tecnologías sustentables (*cleantech*); y vi) la nanotecnología.

Actualmente, el clúster abarca unas 2860 empresas tecnológicas que reúnen una facturación cercana a los 7800 millones de euros, y cuenta con unos 34 mil trabajadores empleados en el sector de las nuevas tecnologías (*Business Tampere*, 2017). En Tampere, tienen presencia empresas como Nokia (que es clave en la historia de este clúster), Huawei e Intel, las cuales conviven en un entramado denso de empresas de servicios y *startups*.

Al igual que en el caso del clúster de Múnich, en este conjunto es posible encontrar una amplia red institucional para la formación de capacidades y habilidades colectivas. En el territorio, actúan tres universidades: la Universidad de Tampere (UTA), la Universidad Tecnológica de Tampere (TUT) y la Universidad de Ciencias Aplicadas de Tampere (UCAT), las cuales han afrontado un rol clave para la promoción del cambio tecnológico en empresas locales y para la atracción y creación de nuevas empresas, sobre la base de promocionar la colaboración

¹⁶ Los plazos requeridos para el patentamiento en el país y el estado incipiente de las regulaciones locales en materia de biosimilares obstaculizan la aprobación de nuevas drogas, alargando los tiempos de llegada al mercado de los biosimilares (Gutman y Lavarello, 2010).

universidad-empresa. Este clúster también cuenta con una sede del Centro de Investigación Técnica de Finlandia (VTT), el Parque Científico-tecnológico Hermia (especializado en TIC), el Parque Eco-industrial Kolmenkulma (con foco en tecnologías limpias), el Centro Tecnológico Finn-Medi (focalizado en ciencias médicas) y 10 plataformas de innovación abierta (la mayor parte de ellas coordinadas por las universidades).

La historia del clúster de Tampere debe entenderse como una historia de largo plazo y como la transformación, desde un polo industrial de importancia, pero dependiente de tecnología y conocimiento externo, hacia un centro de desarrollo de nuevas tecnologías. Así comienza a gestarse en la década de 1960, a partir de la fundación de las primeras universidades de la región (UTA y TUT), y se termina de conformar en la década de 1990, por intermedio de programas nacionales dirigidos específicamente al desarrollo de clústeres. En este sentido, se trata de un caso *policy-driven* no solo orientado por motivaciones de desarrollo económico y regional, sino también de reconversión industrial.

En los años sesenta, la región de Tampere, anteriormente un polo industrial de importancia para Finlandia, ingresó en una fase de decadencia que impuso la necesidad de cambiar la orientación productiva de la ciudad. A partir de ese momento, se buscó abrir universidades tanto técnicas como científicas con el propósito de ofrecer oportunidades educativas a los jóvenes y frenar su éxodo de la ciudad (Kostiainen y Sotara, 2002). El establecimiento de la UTA y de la TUT promovieron el desarrollo de las tecnologías informáticas y electrónicas, con la temprana creación de carreras propias de esas disciplinas (por ejemplo, el profesorado en Ciencias de la computación en 1965, en la UTA). Además, a partir de un cambio en la legislación nacional, se permitió que el VTT abriera filiales fuera de la ciudad de Helsinki y entonces una sucursal se radicó en Tampere. Al mismo tiempo, se fomentó el desarrollo de la educación media en tecnología con la apertura de diferentes institutos.

Un aporte esencial al marco institucional para el desarrollo de este clúster fue el establecimiento, en 1981, del sistema de Telefonía Móvil Nórdica (NMT), lo que significó una “contribución decisiva para el desarrollo de la industria” de las telecomunicaciones (Perry, 2005). Este sistema multiplicó las oportunidades de mercado para las firmas nórdicas de telefonía y, en consecuencia, también para los proveedores de equipos (Bresnahan *et al.*, 2001), lo que potenció el crecimiento de las empresas de telecomunicaciones dentro del clúster. Uno de los actores que justamente se vio favorecido por esta medida y, a la vez, obtuvo un rol fundamental en la conformación del clúster, fue la empresa Nokia.

Inicialmente, esta firma se vinculó con Softplan, una empresa local sobre la que tercerizaba desarrollos de *software*, pero más tarde adquirió esa empresa y de ese modo consolidó su presencia en la ciudad. Entre 2007 y 2010, Nokia atravesó una gran crisis que motivó una nueva etapa de reestructuración de las actividades del clúster regional.¹⁷ Para entonces, la ciudad de Tampere ya había transformado su herencia industrial en el principal *hub* de I+D de Nokia, que se había convertido en un factor estructurante de la ciudad a partir de una fuerte relación de cooperación con las universidades (BBC, 2016; Rasmussen *et al.*, 2017).

¹⁷ La famosa compañía de teléfonos celulares perdió liderazgo, por un lado, frente a Apple a partir del lanzamiento del “iPhone” en 2007 y, por otro lado, frente a los *smartphones* y los sistemas Android. Nokia no percibió adecuadamente las transformaciones por venir en los segmentos de mercado donde competía, mientras el dinamismo de sus competidores y la inversión en I+D por parte de estos acentuaron las diferencias y conllevaron a la adquisición de Nokia por parte de Microsoft en 2013. Esta transformación no solo implicaba un cambio de manos y la pérdida de puestos de trabajo, sino también un cambio radical respecto de la ejecución del gasto en I+D.

Sin embargo, pese a estos hitos previos, se podría pensar en la consolidación del clúster recién a principios de los años noventa, cuando desde el Estado finlandés se diseñaron programas orientados al desarrollo de clústeres tecnológicos regionales. Desde entonces y hasta la actualidad, la política nacional tuvo una presencia constante apoyando y coordinando las líneas prioritarias de investigación en el clúster de Tampere, mediante los siguientes programas nacionales:¹⁸ Centre of Expertise I (1994-1998), Centre of Expertise II (1999-2006), Centre of Expertise III (2007-2013), Open Innovation Environments (2008-2012), Innovative Cities (2014-2017) y 6 Cities Strategy (2015-2020) (Raunio, Rasanen y Kautonen, 2016).

Respecto del tema de la construcción de **habilidades colectivas**, se debe subrayar que en el clúster de Tampere confluye una serie de iniciativas, tanto nacionales como regionales, vinculadas con la generación de capacidades individuales, organizacionales e institucionales. En particular, se ha hecho foco sobre las políticas de construcción de infraestructura de ciencia y tecnología, las educativas y las de financiamiento, orientadas especialmente a expandir y fortalecer las habilidades colectivas.

Al analizar la **infraestructura institucional** del clúster, se aprecia que esta ha sido impulsada fuertemente desde el Estado regional durante sus inicios. En efecto, en los años sesenta se decidió por su iniciativa trasladar dos institutos universitarios desde Helsinki hacia Tampere, los cuales al separarse de sus lazos con la capital se convertirían en las dos primeras universidades de la región: la UTA (fundada en 1966) y la TUT (fundada en 1972).¹⁹ Además, en 1985, el gobierno de Tampere creó, en un esfuerzo de cooperación con las universidades y las empresas de la región, el Instituto de Investigación sobre Tecnología de la Información. Esta organización se convirtió rápidamente en el punto de partida para el establecimiento del parque científico-tecnológico Hermia y de una unidad de investigación del Grupo Nokia, y más tarde ha sido clave para la ampliación de la base de conocimiento en el sector de las TIC (Koski y Järvensivu, 2010).

En cuanto a las políticas educativas, una de las mayores contribuciones realizadas por el Estado nacional a la región de Tampere ha sido la fundación de una de las sedes del Centro de Investigación Técnica de Finlandia - VTT, que nació como una entidad pública de educación superior aplicada. De este modo, tanto la orientación educativa del VTT como la de la TUT se dirigieron claramente hacia la investigación aplicada y la transferencia. Como prueba de esta dirección, esta última poseía en 2010 cerca de 700 proyectos de I+D colaborativa con empresas de la región, entre las que se contaba Nokia (Koski y Järvensivu, 2010). A la vez, este comportamiento se enmarca en una reforma universitaria nacional que desde 2008 no solo apuntó a aumentar la interacción entre la universidad y el sector productivo, sino que también estableció la cooperación interuniversitaria. A partir de entonces se impulsó la University Alliance Finland, que consiste en desarrollar proyectos avanzados de investigación colaborativos y multidisciplinarios entre las universidades de todo el país (Koski y Järvensivu, 2010).

¹⁸ “La dirección de las políticas más importantes seguía siendo en gran parte top-down (...). Durante las últimas décadas (...) el gobierno central ha dominado claramente la escena, con el Ministerio de Educación como su actor central de política. Si la visión hacia la innovación y la política tecnológica se amplía, otros ministerios también aparecen como importantes (especialmente el Ministerio de Comercio e Industria)” (Sotarauta y Kautonen, 2007).

¹⁹ “... it was local activity that was crucial in getting two universities transferred from Helsinki to Tampere” (Kautonen y Sotarauta, 2007).

A estas tendencias educativas recientes se acoplaron otras instituciones de Tampere. Pues además de las dos universidades que potenciaron el crecimiento del clúster desde sus inicios, durante los años noventa se habían creado dos politécnicos, que fortalecieron la educación técnica y aplicada en la región: el Politécnico de Tampere (fundado en 1992), enfocado explícitamente hacia actividades significativas para las necesidades de la industria, y el Politécnico Pirkanmaa (inaugurado en 1997), concentrado en la educación del sector social y de la salud. Ya en 2010, estos dos institutos se unieron para conformar la tercera universidad regional, la UCAT.

Actualmente, las tres universidades componen, junto con aproximadamente 40 institutos técnicos y otras instituciones de formación profesional, una de las redes regionales más densas de formación del mundo. Esta red se ha potenciado en los últimos años a partir de las plataformas de innovación abierta promovidas desde los Estados nacional y regional, que tienen a las universidades como sujetos activos en los proyectos de innovación de las empresas. Asimismo, en línea con el impulso dado a la cooperación interuniversitaria a nivel nacional, la ciudad de Tampere lanzó recientemente el proyecto *Tampere 3*, que consiste en la unión de las tres universidades para conformar una única institución que, a partir de 2019, promueva la investigación interdisciplinaria, la colaboración y la potenciación de las redes existentes. Este proyecto cuenta con la estrecha colaboración del Ministerio de Educación y Cultura de Tampere.

Otro aspecto de la política educativa está vinculado con la fuerza de trabajo. En este sentido, ocurría que como la formación profesional estaba tradicionalmente centrada en la escuela, no existía una conexión fuerte con la práctica del trabajo. Frente a esta característica del sistema, detectada como debilidad, se implementó una variedad de políticas orientadas a la formación en el puesto de trabajo, que fueron impulsadas desde dependencias nacionales y regionales, y fortalecieron las acciones de los institutos politécnicos creados a fines de los años noventa.

Por ejemplo, desde 2003 el clúster de Tampere ha nucleado a distintos actores para fomentar la cooperación en torno al desarrollo de políticas para un mercado de trabajo proactivo (*proactive labour market policy*; Koski y Järvensivu, 2010). Esta decisión implicó un cambio de foco de las políticas de formación, que comenzaron a ser dirigidas no solo a los desempleados sino también a los trabajadores activos. Además, se organizaron proyectos como el Proko, que puso en contacto a instituciones nacionales de financiamiento y empleo con empresas locales para dictar capacitaciones y seminarios orientados a la práctica laboral, y el Combinno, que es una red que busca acercar a los proveedores de capacitación profesional a las instituciones que ofrecen apoyo para el aprendizaje en los lugares de trabajo. De esta forma, se apuntó a que los encargados de capacitar trabajadores estuvieran al tanto de los problemas concretos de las empresas y ayudaran a orientar la formación para viabilizar soluciones. En 2008, la red Combinno ya estaba compuesta por unas 25 empresas pequeñas y medianas y dos grandes empresas de diferentes sectores industriales, además de contar con aproximadamente 20 actores estatales, regionales, subregionales y municipales (Koski y Järvensivu, 2010).

En relación con las políticas de financiamiento, se observa que las mayores iniciativas fueron desde un principio coordinadas mayoritariamente por el Estado nacional. Si bien se intentó involucrar a una gran variedad de actores en el financiamiento (por ejemplo, a través del impulso dado a las relaciones de cooperación entre las universidades y las empresas), los principales fondos provenían del Estado de Finlandia, en especial de la Agencia Tecnológica Nacional (Tekes), del Centro Regional de Empleo y Desarrollo Económico de Tampere (EEDC) y de Finnvera. Incluso entre las entidades de capital de riesgo, los principales aportantes

pertenecen a la esfera pública, como el Fondo Nacional de Finlandia para Investigación y Desarrollo (SITRA, según sus siglas en finés), o el Fondo de Desarrollo Regional (KERA). Por otro lado, entre las entidades de *venture capital* privadas, en la región de Tampere se destaca Pikespo Invest Oy Ltd., con una presencia mayor a los veinte años (Cooke *et al.*, 2004), si bien constantemente se suman nuevos jugadores (por ejemplo, Partech Ventures, Vito Ventures, Sunstone Capital, entre otras).

La agencia Tekes proporciona fondos en forma de subvenciones y préstamos para I+D destinados a empresas individuales. También coordina y financia los grandes programas nacionales de tecnología, en los que generalmente participan las dos universidades de Tampere, los laboratorios de investigación regionales y los representantes de la industria. El EEDC, por su parte, subsidia a las empresas para que realicen actividades de desarrollo, inversiones e internacionalización, en especial, en su fase de *startups*. Además, es el principal organismo que gestiona a nivel regional fondos provenientes de la Unión Europea. En tanto el Finnvera constituye una institución de crédito estatal que proporciona préstamos, garantías y financiación de riesgos para las pymes en crecimiento y el proceso de internacionalización (Koski y Järvensivu, 2010; Raunio *et al.*, 2016).

Con el paso del tiempo, la participación de las instituciones regionales en el financiamiento se ha ido incrementando paulatinamente. El gobierno de Tampere financia (entera o parcialmente) iniciativas como el parque científico-tecnológico Hermia, el Centro Tecnológico Finn-Medi, e incluso realizó desembolsos para el programa nacional Centre of Expertise y para otros tres programas regionales: eTampere (2001-2005), BioneXt (2006-2010) y Creative Tampere (2006-2011) (Raunio *et al.*, 2016). Estas acciones implican que la región también posee la capacidad de establecer prioridades en torno a las investigaciones y que cuenta con partidas presupuestarias para cubrir tales proyectos.

Evidentemente, este clúster está conformado tanto por iniciativas nacionales como regionales, siempre orientadas a la generación de habilidades colectivas, lo que también requirió de una mayor articulación entre los distintos niveles de gobierno y entre los distintos actores. Además, todas estas acciones han ido evolucionando hacia una mayor cooperación e integración. De hecho, a pesar de no haber tenido por largo tiempo una institución específica que coordinara y ayudara a interactuar a los miembros del clúster (como sí la hubo en el clúster de Múnich), se ha logrado consolidar una fuerte dinámica de cooperación entre las empresas y las principales universidades tecnológicas de la ciudad. Así, la planificación y el financiamiento a largo plazo se han podido expresar en programas, tanto de carácter nacional como regional e incluso fue a partir de la crisis de Nokia cuando se reorientó la política tecnológica en todos los niveles de gobierno, para profundizar las interacciones y el intercambio fluido de conocimiento.

En 2009 se creó una agencia de desarrollo económico regional, Tredea (también llamada Business Tampere), que actúa bajo la órbita del programa de desarrollo regional con el fin de promover inversiones, atraer talentos y ofrecer servicios para las empresas que conforman el clúster.²⁰ Esta agencia desarrolla atribuciones similares a las de una organización red, si bien posee una fuerte impronta pública.

En los últimos años, la coyuntura impuso la necesidad de una transformación productiva que tuvo al Estado nacional como el actor principal, en constante colaboración con las

²⁰ Para más detalles, consúltese: <https://business tampere.com/about-us/business-tampere-tampere-region-business-development-services-in-one-spot>

regiones. En ese momento, se reconoció la necesidad de generar un ecosistema con pymes diversificadas, que fuera inclusivo a la hora de integrar diversos actores (estudiantes y universidades, desempleados, empresas, empresarios y servicios comerciales), con el propósito de promover la circulación de ideas y, consecuentemente, las innovaciones (Ilmola y Casti, 2013). Estos lineamientos nacionales fueron complementados por políticas impulsadas desde el nivel regional, lo que puso de manifiesto, por un lado, una intensa actividad colaborativa de los gobiernos nacional y regionales y, por otro lado, que pese a esa colaboración el Estado nacional nunca dejó de incidir activamente en la dirección y el ritmo innovativo del clúster.

Esta incidencia del Estado nacional se ha verificado principalmente por dos canales. El primero lo constituyen los grandes programas de alcance nacional, pues el Estado establece mediante ellos proyectos prioritarios, otorgando financiamiento a través de instituciones como el Tekes y modelando los lineamientos sobre el tipo de interacciones a privilegiar. Por ejemplo, desde 2005, ha ganado cada vez más espacio en la política pública el fomento de la innovación *user-based* y *demand-driven* (FME, 2009). En segundo lugar, y vinculada con la política anterior, la dirección que imprime el Estado se evidencia a través de la compra pública para la innovación y por el rol de las universidades en la apertura y sostenimiento de las plataformas de innovación abierta (*open innovation*).

Entre las últimas iniciativas impulsadas en el clúster a partir de las políticas de promoción de la innovación abierta impulsadas por el Estado nacional, se encuentra el programa 6 Cities, que constituye un buen ejemplo de cómo se han logrado escalar proyectos exitosos que se iniciaron en el clúster de Tampere y de cómo se concreta la orientación *demand-driven* otorgada a las políticas a nivel nacional.

6 Cities apuntó a mejorar y transformar la vida en las seis ciudades más grandes del país, donde se concentra el 30% de la población: Helsinki, Espoo, Vantaa, Tampere, Turku y Oulu. Este programa fue implementado a mediados de 2014 y, desde entonces, ha lanzado más de 26 proyectos de cooperación, con un presupuesto de 45 millones de euros (en tanto el presupuesto total para el período 2014-2020 alcanza los 100 millones).

El programa 6 Cities se estructura sobre tres pilares. El primero de ellos se enfoca en desarrollar plataformas de innovación abierta (I+D+i) que actúan como estructuras funcionales integradas a la comunidad para potenciar la diversificación productiva (tanto creando como poniendo a prueba nuevas soluciones y nuevos negocios, combinando espacios, procesos productivos y personas en una actividad que crea valor). En el clúster de Tampere, las tres principales plataformas son coordinadas por universidades: The New Factory/Demola (especializada en tecnología digital y cocreada por las tres universidades regionales), Mediapolis (dedicada a los servicios multimedia) y Campus Arena (enfocada en TIC, ingeniería y programación).

En particular, The New Factory/Demola ha sido un nexo fundamental para facilitar los procesos de cocreación entre las empresas y la universidad, a partir de realizar contratos específicos donde grupos de estudiantes pueden generar soluciones innovadoras (conforme solicitud y financiamiento público-privado), con la condición de compartir expresamente derechos de propiedad con la firma. La dinámica de estas soluciones se puede seguir y evaluar en tiempo real. Así han surgido ejemplos exitosos en sistemas de pago, digitalización y automatización de procesos, energías renovables y otras. También se ha buscado escalar esta experiencia a nivel nacional e implementarla en otras regiones (Raunio et al., 2016).

El segundo pilar se orienta a abrir datos e interfaces a partir de utilizar los datos que genera la comunidad (geográficos, ambientales, de tráfico, estadística, financieros, etc.) con

el fin de nutrir las decisiones de negocio de las firmas. En particular, las ciudades comparten el almacenamiento de datos y lo publican en un repositorio común que, por ejemplo, permite desarrollar interfaces en tiempo real para los sistemas de datos. En consecuencia, además de cumplir objetivos ambientales y energéticos, se propone mejorar la movilidad urbana, para lo cual ya se han implementado –actualmente en fase de prueba en tres ciudades– sistemas de transporte robotizados que cuentan con un carril rápido y prometen generar exportaciones.

Por último, el tercer pilar facilita la participación abierta y la experiencia de los usuarios desarrollando servicios y canales intuitivos y variados para la interacción (6Aika, 2015). En este último pilar adquieren relevancia los esquemas de compra pública para la innovación, como instrumentos de política que mantienen activas a las empresas tecnológicas y generan nuevas capacidades y competencias tecnológicas y organizacionales, lo que pone de manifiesto las elevadas competencias institucionales requeridas.

Mediante estas modalidades, el Estado nacional ha alcanzado un rol notable no solo en el fomento de compromisos público-privados y en el uso de la compra pública como motor para la innovación, sino también en el impulso de interacciones, el diseño de políticas y el desempeño proactivo en la captación y el direccionamiento de los recursos. La lógica que emplea el Estado se nota fundamentalmente en el sesgo que posee el financiamiento, ya que cerca del 60% proviene de los fondos públicos (Raunio *et al.*, 2016).

En síntesis, el caso de Tampere permite apreciar la evolución de un clúster tecnológico desde una lógica de cooperación semicerrada hacia procesos de innovación que son impulsados por la interacción con el usuario, mediante la compra pública para la innovación y la activación de plataformas de innovación abierta, como paradigmas centrales.

El clúster descripto se concentró primeramente en fortalecer las habilidades colectivas locales con la mira puesta en el desarrollo de los proveedores locales y en las exigencias del mercado interno, para luego impulsar el acceso a los mercados extranjeros con una posición competitiva más fuerte, fortalecida por la cooperación abierta destinada a dinamizar la innovación. En este sentido, en los últimos años los esfuerzos se orientaron a facilitar la circulación de conocimiento y a fomentar políticas de innovación vinculadas con la demanda, como complemento de las iniciativas ligadas a la oferta. Ello supuso un fortalecimiento de las capacidades institucionales y una mayor articulación de políticas, con el firme propósito de aprovechar las capacidades existentes y potenciarlas a partir de la cooperación público-privada.

2.4. EL CLÚSTER DE SOFTWARE EN TANDIL

En la ciudad de Tandil, ubicada en el centro de la Provincia de Buenos Aires, en Argentina, se ha consolidado un clúster de empresas de *software* y servicios informáticos (SSI). Tandil es una ciudad de tamaño medio, con una población de 115.000 habitantes y, en la actualidad, hay radicadas alrededor de 80 empresas de *software* que emplean unas 2000 personas. Históricamente la ciudad se ha especializado en agricultura, agroindustria y en metalmecánica vinculada con estos sectores, además de dedicarse al turismo y a servicios personales dirigidos a la comunidad local. Si bien la actividad económica de la localidad es dinámica y proclive a la actualización tecnológica, el perfil de especialización sectorial no es el que típicamente traccionaría al desarrollo de SSI. De hecho, las empresas del clúster se orientan más a la exportación que al mercado local o nacional y, específicamente, se

dedican al creciente mercado de *outsourcing* global de *software*. En esta línea, las empresas del clúster muestran un coeficiente de exportación del 70%, un porcentaje que resulta significativamente mayor que el coeficiente de exportación promedio de nivel nacional, que solo alcanza al 30%.

Desde la perspectiva de la infraestructura institucional, se debe destacar que Tandil cuenta con una sede de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), que tuvo un rol protagónico en la historia de este clúster, además de en el desarrollo tecnológico de la localidad. En lo que se refiere a las tecnologías de la información, la UNICEN presenta tres centros de investigación asociados con el sector de la informática, una carrera de grado de Ingeniería en sistemas y, desde hace poco tiempo, se creó una tecnicatura. Algunas grandes empresas de capital nacional han elegido a Tandil para localizar filiales (como Globant y Technisys), lo que alentó la llegada de otras empresas y la creación de empresas locales.

A pesar de que hubo esfuerzos locales abocados específicamente a la creación de un clúster de *software* en la localidad, para comprender la dinámica del sector a nivel local, es necesario considerar las tendencias nacionales e internacionales del sector junto con la trayectoria histórica de construcción de capacidades en la ciudad de Tandil. Respecto de la dinámica internacional y nacional del sector, se debe mencionar la tendencia a la deslocalización de la actividad de desarrollo de *software* orientada a la búsqueda de recursos humanos.

En una primera etapa, el desarrollo de *software* se concentraba en grandes ciudades de los Estados Unidos, sin embargo, el rápido crecimiento del sector (5% anual acumulativo a lo largo de los últimos 30 años), junto con mejores técnicas y prácticas de gestión de proyecto a la distancia (favorecidas por el propio desarrollo tecnológico) llevó a que en los años dos mil se generalizara la deslocalización del desarrollo de *software* a nivel global.

Este fenómeno dio lugar a la emergencia de nuevos polos o clústeres tecnológicos en países en desarrollo, como es el caso de Argentina, que fueron favorecidos por condiciones macroeconómicas y políticas sectoriales.²¹ Si bien al principio las empresas se instalaron en los principales centros urbanos del país (como Buenos Aires, Córdoba, Rosario y Mendoza), lo cierto es que el elevado ritmo de crecimiento de la actividad a nivel nacional (14% promedio anual entre 2004 y 2014, según la CESSI, 2016) replicó la dinámica de deslocalización global y también hacia el interior del país por motivos semejantes, es decir, por la búsqueda de recursos humanos calificados.

Por otra parte, la construcción de capacidades individuales constituye el factor que explica la localización del clúster específicamente en la ciudad de Tandil, en detrimento de otros lugares posibles. Este factor está asociado con la trayectoria que tiene Tandil en materia de formación de recursos humanos especializados. La UNICEN, por ejemplo, ofrece carreras vinculadas con la informática desde 1975 y se constituye como una de las instituciones pioneras en formación en informática de todo el país.

Precisamente por contar con estas condiciones, desde la UNICEN se promovió la creación de un polo informático (denominado Polo Informático Tandil o Polo IT Tandil), y comenzó a gestarse la atracción de empresas nacionales, además de la creación de nuevas empresas en

²¹ Junto con otras condiciones locales, como compartir el mismo huso horario que los EE.UU.

la localidad. En este proceso no solo participó la Universidad, sino que también colaboraron la Municipalidad y una agencia de desarrollo local que ya se encontraba en el territorio y todo esto ocurrió en un contexto de ausencia de políticas nacionales o provinciales de creación de clústeres tecnológicos locales.

La política de atracción de empresas de la Universidad contó con un caso testigo de creación de una nueva empresa en 2004. Se trató del nacimiento de Idea Factory Software, una firma que emerge con capitales del grupo local BGH y fue dirigida por un empresario conocido en el sector, quien anteriormente había sido gerente de Oracle. En este contexto, las acciones de la Universidad mostraron un éxito relativo, si bien este debe ser explicado tanto desde los esfuerzos realizados como debido a las condiciones estructurales ya descritas.

En síntesis, este clúster debe entenderse como una respuesta de la dinámica del sector a nivel global y nacional, que encuentra, en la localidad, competencias –en especial, competencias laborales– adecuadas para su desarrollo y vocación local (si bien presenta escasos recursos) para el fomento de un clúster. Como resultado, es posible afirmar, como proponen Chiesa y Chiaroni (2004), que se trata de un clúster *espontáneo* o, en el mejor de los casos, *híbrido*, a partir de las acciones desarrolladas por la Universidad y el Municipio para incentivar la atracción y la radicación de las empresas.

Un mayor análisis de las políticas que impactaron sobre el desarrollo del clúster requiere considerar el marco normativo del sector a nivel nacional y la forma como se interrelacionaron con los esfuerzos locales. En primer lugar, se debe mencionar el contexto macroeconómico de los primeros años del milenio, en especial, la devaluación del peso argentino en 2001, lo que implicó una reducción significativa de los costos laborales medidos en moneda extranjera (ya que alrededor del 70% de los costos del sector son explicados por los salarios). Sin embargo, también se previó que la ventaja cambiaria podría agotarse paulatinamente con la salida de la crisis, lo que dio lugar a una discusión acerca de la creación de un régimen sectorial que mantuviera la competitividad de la rama de actividad (Foros de Competitividad, 2004).

En ese contexto, en 2004 se promulgó la Ley N° 25.922 de promoción de la industria del *software*, que otorga beneficios fiscales a las empresas que cumplan y acrediten gastos de investigación y desarrollo, procesos de certificación de calidad y/o exportaciones de *software*. A la vez, la norma (actualizada periódicamente) otorga condiciones preferenciales para la importación de los equipos que las firmas requieran para su actividad y mantiene estabilidad fiscal por diez años.

Mediante esta ley, también se creó el Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT), integrado por recursos asignados por el presupuesto nacional y por fondos provistos por organismos internacionales u organizaciones no gubernamentales. El FONSOFT estuvo orientado a financiar proyectos de investigación y desarrollo, capacitación (desarrollo de competencias) 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 las exportaciones. Con posterioridad, la norma fue modificada extendiendo los beneficios a más allá de los diez años originalmente establecidos y se incrementaron las exigencias al solicitar que se cumplan al menos dos de los requisitos mencionados anteriormente para poder percibir los beneficios fiscales. La ley de Software también preveía la creación de una Fundación público-privada para la investigación y la transferencia (que se denominaría Fundación Sadosky, en reconocimiento al gran informático argentino).

Sin duda, todas estas nuevas instituciones creadas por la ley fueron clave en la dinámica del sector, sin embargo, su nivel de aplicación a escala nacional no le reportaba ningún beneficio específico al complejo de Tandil. Ante esta situación, los esfuerzos locales se orientaron a capitalizar regionalmente los esfuerzos nacionales. Fue así como se creó el Polo IT Tandil desde el ámbito de la Universidad, el cual se realizó con recursos propios y bajo la actividad de algunos actores clave, entre ellos el rector de la UNICEN y un grupo de investigadores interesados en las potenciales interacciones entre la Universidad y las empresas, apenas se dispuso de dos subsidios para la realización de estudios de viabilidad de clústeres y polos tecnológicos. Uno de ellos otorgado por la Agencia Nacional de Promoción Científico Tecnológica (ANR 2004-IEBT PT/FONTAR) y el otro, por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (IPyPT 2008-CICPBA).

Con posterioridad, se obtuvieron algunos subsidios más, para la promoción de la vinculación universidad-empresa de la Secretaría de Políticas Universitarias y, desde el Ministerio de Educación y del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, los que permitieron financiar la construcción de un Data Center en el campus. El patrón que emerge de esta organización es el de aprovechamiento de fondos nacionales para la promoción de actividades de ciencia y tecnología y de transferencia, pero sin una aplicación específica a la constitución de parques o clústeres tecnológicos. En efecto, en todos estos casos, los montos de los subsidios han sido de baja o muy baja escala en relación con la aplicación original que se buscaba llevar a cabo desde la Universidad.

Aun así, durante todo el proceso descripto, la UNICEN se constituyó como un actor clave que incidió a través de tres tipos de acciones concretas: 1) ofrecer el espacio físico para la radicación de empresas en el campus y brindar servicios de apoyo a la gestión (incubación de empresas); 2) promover la vinculación entre las empresas radicadas y los grupos de investigación universitarios en proyectos de I+D conjuntos o a través de la prestación de servicios; y 3) gestionar pasantías de estudiantes en las firmas radicadas.

Para llevar a cabo estas actividades, la UNICEN se apoyó en un conjunto de instituciones que formaban parte de la misma Universidad o que estaban vinculadas con ella. En este conjunto se destacan la Fundación Universidad Empresa (FUNIVEMP), que actuó como unidad de vinculación tecnológica, gestionando los proyectos de radicación y los servicios provistos por los centros de investigación, y el Centro de Innovación y Creación de Empresas (CICE), del área de vinculación tecnológica de la Universidad, que asistía a los emprendedores en actividades de gestión (formulación de plan de negocios, evaluación de proyectos, acceso a crédito y a mercados, entre otros) e incluso en la incubación de *spin-offs* universitarios (en informática y otras disciplinas). En forma adicional, un grupo de investigadores del área de ciencias económicas de la UNICEN adquirió un rol protagónico al brindar asistencia en estas áreas y en la misma conformación del CICE.

La capacidad de la Universidad de albergar empresas y de alentar el desarrollo del polo pronto fue superada por la propia dinámica del clúster. En poco tiempo, las demandas de las empresas fueron más allá de lo que la Universidad podía ofrecer, incluso debido a un cambio en el régimen de pasantías (establecido por legislación nacional) que limitaba la jornada de trabajo a cuatro horas diarias para los estudiantes de grado. En este contexto, el conjunto de empresas del polo promovió, con la asistencia de la UNICEN (y, en particular, del CICE), la creación de una cámara empresaria, a la cual se denominó Cámara de Empresas del Polo Informático de Tandil CEPIT.

La CEPIT buscó actuar, en un comienzo, como una organización red en la que además de las empresas, mantenían participación el Municipio y la Universidad. Esta Cámara estuvo encargada de la redacción de los planes estratégicos del sector en Tandil y de canalizar demandas del sector privado, que iban desde la construcción de un edificio propio para el polo, que facilitara la interacción entre las empresas y los centros tecnológicos, hasta la creación de carreras cortas que apuntaran a cubrir un perfil laboral que había sido desatendido por las carreras de informática tradicionales.

Si bien la CEPIT fue exitosa para dar respuesta a estas demandas (el Municipio donó un terreno para la construcción de un edificio de oficinas, para que se radiquen las empresas del polo, y se creó una tecnicatura de tres años de duración), un efecto no deseado fue que la Universidad paulatinamente se alejara de la vida del clúster. Así ocurrió, por ejemplo, que en 2015 se perdió la representación de la UNICEN en la CEPIT. Del mismo modo, si bien continuaron existiendo vinculaciones entre los centros de investigación de la UNICEN y las empresas locales, en especial para la provisión de servicios tecnológicos puntuales, la colaboración en proyectos de investigación y desarrollo de largo plazo fueron excepcionales y se acrecentó la orientación académica en detrimento de la transferencia hacia los centros de investigación universitarios.

Como resultado, la generación endógena de habilidades colectivas es, en este caso, ambigua. Por un lado, como se dijo anteriormente, el desarrollo de un clúster de empresas vinculado con la UNICEN se orientó hacia la acumulación de habilidades colectivas derivadas de los aprendizajes cruzados entre la formación de recursos humanos, la investigación y la industria. Por otro lado, es preciso tener en cuenta que no siempre la incidencia de los requerimientos de las empresas sobre las competencias formadas en la Universidad implica un sendero positivo en la construcción de habilidades colectivas. En todo caso, la ventaja de tal interacción depende de cuál sea el tipo de actividad productiva y de los conocimientos que se están construyendo.

En particular, el caso del Polo IT de Tandil se especializa en la provisión de servicios para mercados externos que tercerizan las actividades de menor valor agregado en regiones que ofrezcan recursos humanos capacitados de bajo costo. Bajo este esquema, la acumulación de habilidades responde más bien a la “empleabilidad” de las empresas locales, que a la aptitud de resolver problemas propios y determinar el sendero del desarrollo local.

3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS COMPARADO. PRINCIPALES CONCLUSIONES

En esta sección se extraen algunos aprendizajes significativos identificados a partir de la comparación entre los casos estudiados.

Para describir las lecciones obtenidas, en primer lugar, se consideran los factores que incidieron en la formación de habilidades colectivas en cada experiencia, distinguiendo entre las habilidades individuales, las competencias organizacionales y las capacidades institucionales. En segundo lugar, se focaliza en las condiciones macroeconómicas que contextualizan y apoyan los procesos territoriales de formación de clústeres y, en particular, nos referimos a los aspectos financieros y de demanda efectiva.

3.1. CONSTRUCCIÓN DE HABILIDADES COLECTIVAS Y SINERGIAS DE LAS EXPERIENCIAS LOCALES

Los esfuerzos emprendidos por las diferentes regiones en materia de formación de **habilidades individuales** constituyen una condición necesaria para la emergencia de los clústeres. En todos los casos, las universidades y los centros de formación no solo resultan imprescindibles a lo largo de la historia de los clústeres, sino que incluso se posicionan como el puntapié inicial para que la región se piense a sí misma como tecnológicamente dinámica. No obstante, la existencia por sí misma de estos centros de formación es insuficiente para dar cuenta de las realidades locales. En este sentido, algunas cuestiones marcan diferencias.

En los casos de Múnich y Tampere, aparecen tanto universidades, como centros de formación terciaria y centros orientados hacia la formación en el puesto de trabajo. En los casos de Argentina, en cambio, el entramado de instituciones educativas es más débil, y se focaliza en las universidades nacionales, que asumen múltiples roles, tanto en la formación de grado como de pregrado, a través de tecnicaturas, de fomento del desarrollo de capacidades emprendedoras y de la creación de empresas tecnológicas (a través del CETRI y del CICE, en UNL y UNICEN, respectivamente).

Respecto de las **competencias organizacionales**, diferentes factores son determinantes en las experiencias analizadas. En primer lugar, cabe destacar la importancia de empresas grandes, que traccionan actividades de investigación y desarrollo, motorizan el vínculo con las universidades, se vinculan con proveedores locales y atraen a otras empresas hacia la región. En todos los casos, la presencia de estos actores de mayor tamaño relativo y, en especial, la relación con los centros tecnológicos y las universidades locales aparece como un factor clave tanto para la génesis como para la consolidación de un clúster (Boehringer Mannheim-Roche en Múnich, Nokia en Tampere, Zelltek-Amega en el Litoral e Idea Factory-BGH en Tandil).

Sin embargo, en los diferentes casos la expansión de las competencias de estas grandes empresas hacia un entramado más amplio de firmas locales no alcanzó el mismo desarrollo. Así se observa, en primer lugar, que cuando los entramados empresariales locales son más débiles, el crecimiento sostenible del clúster enfrenta una mayor incertidumbre, en especial porque los riesgos tecnológicos y comerciales asociados con la actividad innovadora se encuentran concentrados en pocas firmas. En segundo lugar, el desarrollo de capacidades organizacionales puede ser sostenido por las acciones de las organizaciones red que, entre otras cosas, proveen servicios a empresas y emprendedores del territorio, como ser: incubación de empresas, acciones de *management*, acceso a mercados, financiamiento, servicios tecnológicos y de gestión de calidad, entre otros. En tercer lugar, la acumulación de capacidades organizacionales también se sustenta en la estabilidad del contexto macro en general y, en particular, en la estabilidad de la demanda.

Finalmente, las **capacidades institucionales** son las responsables de la promoción del desarrollo territorial, considerando la dinámica de cambio tecnológico y la necesidad de articulación entre las acciones que emergen de las esferas nacionales, regionales y locales, así como entre los actores participantes en cada caso y su inserción global. Esta cuestión resulta útil para analizar las posibilidades de “escalabilidad” de un clúster, entendiendo por ello la posibilidad de expansión y multiplicación de las experiencias locales hacia otros ámbitos regionales y el nacional. En los casos analizados, se pone de manifiesto la interrelación que existe entre las acciones provenientes de las diferentes escalas de gobierno, que dan cuenta de la *performance* relativa de cada clúster.

Respecto de los clústeres *policy-driven*, los casos de estudio exponen que en cada región se dieron trayectorias específicas en materia de gobernanza de clústeres con un fuerte hincapié en las capacidades institucionales ya desarrolladas. Los clústeres analizados que mostraron un comienzo *policy-driven* (como en Múnich y en Tampere) manifiestan una gobernanza coordinada mayormente por actores públicos, la que resulta funcional a la construcción de capacidades con un objetivo de desarrollo territorial y permite, en el largo plazo, la escalabilidad de la experiencia. Esto es así, en especial, debido al involucramiento de actores de diferentes niveles territoriales (y esferas de gobierno), quienes pueden extraer lecciones para replicar en otras experiencias. A la vez, el desarrollo de capacidades institucionales, lejos de operar de forma independiente respecto de las habilidades individuales y las competencias organizacionales, constituye uno de los últimos eslabones que emerge y/o se refuerza en un sistema complejo a partir de ellas.

Por el contrario, en los clústeres que mostraron un comienzo *espontáneo* (Tandil) o *híbrido* (Litoral), la coordinación entre los actores se caracterizó por seguir un patrón *bottom-up* en el que los actores privados lideran el proceso. En otras palabras, la articulación de los actores con las instituciones públicas locales tanto como la interacción de las distintas jurisdicciones de gobierno y la orientación hacia estrategias de largo plazo suelen ser más débiles respecto de los clústeres *policy-driven*. En general, el arraigo territorial de las experiencias de clústeres híbridos o espontáneos resultó mayor, si bien como contrapartida las dificultades de escalabilidad serían mayores, como producto de las dificultades para extraer lecciones generales de trayectorias específicas.

Un aspecto transversal a todo tipo de clúster, sin embargo, se refiere a la injerencia ineludible que adquiere el Estado nacional en el diseño e implementación del marco regulatorio-legal (Cooke, 2002). Esto incluye la normativa sobre patentes, sobre tributación, sobre el régimen laboral, la creación de mercados sobre la base de regulaciones sectoriales específicas y sobre los requerimientos para la constitución de firmas, entre otros aspectos normativos.

Además de la coordinación entre los múltiples niveles territoriales, también las habilidades institucionales están presentes en los esfuerzos por articular procesos de formación de capacidades entre actores múltiples. En este caso, la relación universidad-empresa es parte de estas habilidades institucionales ya que demuestra, por un lado, las posibilidades de las empresas locales de sacar provecho del conocimiento científico-tecnológico disponible en universidades y centros de investigación y, por otro lado, porque determina la forma en que los grupos de investigación de las universidades se acercan a las demandas de conocimiento del territorio.

Evidentemente, las políticas universitarias orientadas hacia la transferencia y creación e incubación de empresas, el marco normativo de evaluación del personal del sistema de ciencia y tecnología, y la presencia de instituciones puente y de traductores, favorecen, en conjunto, la vinculación universidad-empresa.

También existen otros tipos relevantes de articulación entre los actores dentro de un territorio, como las relaciones proveedor-cliente, las relaciones con demandantes potenciales impulsados desde la compra pública e incluso con instituciones de financiamiento. Este tipo de relaciones, además de involucrar flujos de información y conocimiento, están dirigidas a gestionar recursos para la innovación. En algunos territorios, incluso, emergen formas concretas de organizaciones red que pueden combinar actores públicos y privados, operando tanto sobre los flujos de información como de recursos. La presencia de organizaciones red fomenta las sinergias entre los actores locales y, en los casos en que incluyen agentes públicos, se puede lograr que esas sinergias sean funcionales a un programa de desarrollo

territorial particular. Un ejemplo específico de este tipo de articulación puede ser la construcción de infraestructura compartida de ciencia y tecnología, que sea apropiada para el clúster en cuestión.

Los casos estudiados muestran que la explicación de formación y consolidación de un clúster no se agota en los procesos de construcción de las habilidades colectivas relatados hasta aquí, sino que, de manera adicional, está influenciada por la forma de inserción en cadenas globales de valor de las empresas locales. De hecho, ambos aspectos no pueden considerarse de manera independiente, lo que resulta crucial para identificar posibilidades de autotransformación de un entramado local. Estar integrado en una cadena global puede imprimir una direccionalidad específica a la construcción de capacidades locales, que afecte las posibilidades del territorio de mutar su estructura productiva ante cambios tecnológicos.

En síntesis, el éxito en el desarrollo de habilidades colectivas consiste en que el clúster muestre resiliencia, es decir, flexibilidad y adaptación de sus capacidades locales frente al posible embate de importantes cambios externos y repentinos (ya sean tecnológicos, comerciales o regulatorios). Esto puede interpretarse a través del concepto de *amortiguador* (o *buffer*), desarrollado por Langlois (2003), que se refiere a los mecanismos por los cuales los shocks exógenos pueden ser absorbidos por un sistema, ya sea que estos *amortiguadores* sean construidos o sean emergentes de un sistema complejo.

En los casos estudiados, existen diferentes formas de desarrollarlos o construirlos. En la experiencia de Tampere, por ejemplo, pueden verse tres factores de importancia que contribuyen a la capacidad de resiliencia del clúster: i) tener una inserción internacional sólida, no basada en una posición cautiva en cadenas globales de valor; ii) tener instituciones públicas y privadas con arraigo territorial, abocadas a la búsqueda activa de alternativas de negocios; y iii) contar con políticas de sostenimiento de la demanda frente a eventos imprevistos.

Estos factores, articulados fuertemente desde la política pública fueron el amortiguador frente al impacto que significó el fracaso económico de Nokia en 2009. En el caso de Múnich, el amortiguador que constantemente actúa sobre el funcionamiento del clúster está constituido por el propio entramado productivo, diversificado en un amplio conjunto de tecnologías de punta.

Por el contrario, en los casos locales, no se advierte ninguno de estos dos mecanismos de soporte frente a contingencias, con lo que se generan dudas acerca de la capacidad de resiliencia de los clústeres locales. En el caso del Litoral, el acotado número de empresas que operan sobre el territorio, constituye la principal debilidad. Los problemas que enfrentó Zelltek, por ejemplo, durante el proceso de aprobación de sus productos biotecnológicos frente a la entidad regulatoria, amenazaron severamente a la empresa y, con ella, al incipiente clúster. Por otro lado, en el caso de Tandil, la especialización acotada a la provisión de servicios de *outsourcing* de *software* para el mercado global podría poner en riesgo al entramado local, frente a cambios tecnológicos u organizacionales, como la emergencia actual de trabajo por plataformas.

3.2. IMPORTANCIA DE LOS ASPECTOS FINANCIEROS Y DE LA DEMANDA

La construcción de capacidades exige un rol activo de la política pública, en la mitigación de la volatilidad macroeconómica y su impacto sobre la sostenibilidad del proceso endógeno de construcción de habilidades colectivas. En efecto, la volatilidad tiene un efecto negativo

sobre el crecimiento económico (Aizenman y Pinto, 2005; Panigo, 2013), y los procesos innovadores son particularmente sensibles al contexto económico ya que, a la incertidumbre general sobre el ciclo, se le agregan incertidumbres específicas, como las tecnológicas y del mercado. En este contexto, al sostener la demanda agregada, las fuentes de incertidumbre se restringen a las específicas. En este contexto, el Estado puede desempeñar un rol preponderante para reducir la volatilidad macroeconómica (Minsky, 1986) y, así, favorecer los procesos de innovación (Mazzucato y Penna, 2017).

Por otro lado, el Estado también puede anticiparse a la creación de un mercado para un producto innovador, a través de la compra pública, y de esta forma reducir los mecanismos de la incertidumbre. En el caso de Tampere, por ejemplo, la compra pública para la innovación alienta el desarrollo tecnológico en áreas estratégicas y crea bases de conocimientos comunes, mediante las políticas de *open innovation*. Esta ha sido una respuesta adecuada en un contexto específico, que está permitiendo a la región enfrentar un horizonte previsible en un contexto de alta incertidumbre. Por otra parte, en el caso de Múnich, la sanción de un régimen regulatorio específico, como el mencionado para la promoción y el desarrollo del sector biotecnológico, trata de brindar mayores niveles de certidumbre y crea un mercado, al definir qué productos son viables y cuáles no.

Sin duda, la volatilidad afecta la disponibilidad de financiamiento, por dos vías. Por un lado, porque la disponibilidad de crédito de largo plazo y de capital de riesgo se ve severamente afectada, justamente debido a la adversidad del contexto macroeconómico y a la dificultosa visualización de potenciales ganancias en un ambiente adverso (de manera adicional, también están los riesgos inherentes a la inversión en investigación y desarrollo). Por otro lado, porque en caso de que una región o clúster se vea particularmente afectado por alguna perturbación externa, la reducida capacidad financiera que suelen tener regiones específicas, en comparación con un mercado financiero (bancario o de capitales) de escala nacional, torna dificultosa la adaptación y reconversión productiva de sus integrantes, por lo que la estabilidad de fuentes de financiamiento externas a la región resulta fundamental.

Por ejemplo, el clúster de Múnich se vio severamente afectado durante la crisis financiera de 2001, cuando el sector tecnológico sufrió el mayor impacto de la caída en el índice NASDAQ (BioM, 2017), en especial, por la fuerte retirada del capital de riesgo. No obstante, el sistema pudo regenerarse a partir del financiamiento público y bancario orientado hacia el capital semilla, que actuó como amortiguador. Más tarde, frente a la crisis financiera del período 2007-2008 estos mecanismos volvieron a ponerse en funcionamiento y permitieron que el clúster continuara creciendo, aun con más fuerza. En este sentido, la estabilidad de la oferta de financiamiento se vuelve vital para permitir la propia transformación y la reconversión del clúster ante eventuales estancamientos específicos del sector.

Por su parte, el clúster de Tampere se caracteriza por tener un flujo de financiamiento estable (tanto nacional como regional) para proyectos de innovación, si bien es poco diversificado, ya que proviene fundamentalmente de fuentes públicas. Esta cualidad ha sido determinante para amortiguar los efectos adversos de la crisis financiera del período 2008-2009 que confluyó con la crisis de Nokia.

En los casos locales, en cambio, la falta de financiamiento bancario destinado a la innovación provoca que el financiamiento provenga fundamentalmente de capitales particulares y de diferentes instrumentos de política de promoción sectorial (como FONSOFT y FONARSEC). En estos casos, los instrumentos públicos han sido claves, aunque con diferentes lógicas y resultados. El FONARSEC, por ejemplo, resultó determinante para la expansión y el crecimiento de las empresas locales, ya que les permitió entrar en nuevas líneas de investigación,

desarrollo y producción, si bien su alcance estuvo restringido a pocas firmas. Además, permitió, en forma concomitante, alentar la vinculación con la universidad y las actividades de transferencia. Por el contrario, el FONSOFT se constituyó como un instrumento de mayor alcance pero de pequeños montos y estuvo orientado fundamentalmente a la creación de empresas y al crecimiento de las microempresas.

4. REFLEXIONES FINALES: LAS HABILIDADES COLECTIVAS EXISTENTES Y LOS DESAFÍOS PARA SU GENERACIÓN SOSTENIDA

En este capítulo se han abordado las dimensiones que componen el concepto de las *habilidades colectivas*. Luego se ha analizado el exitoso desarrollo de las habilidades colectivas en dos casos específicos, el clúster de tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) y de *software*, de la ciudad de Tampere, en Finlandia, y el clúster de biotecnología de la ciudad de Múnich, en Alemania. También, fue estudiada y descripta la experiencia específica de dos clústeres de alta tecnología desarrollados en sectores análogos en Argentina. En este caso, se trató del clúster de un parque de bio-nanotecnología, denominado Parque Tecnológico Litoral-Centro (PTLC), y de un clúster de *software* y servicios informáticos, que se desenvuelve en la ciudad de Tandil. El objetivo de esto fue entender procesos concretos de construcción de habilidades colectivas en el contexto de clústeres tecnológicos en países desarrollados y en desarrollo.

Las principales lecciones que se puede extraer del análisis se refieren a las condiciones de éxito para la construcción de habilidades colectivas a partir de clústeres tecnológicos. Estas pueden sintetizarse en los siguientes puntos.

En primer lugar, la formación de habilidades individuales constituye una condición necesaria para la emergencia de los clústeres y para ampliar el abanico de posibilidades de diversificación productiva, en especial en un contexto de alto cambio tecnológico. A la vez, la construcción de habilidades individuales debe considerar fuentes complementarias de aprendizaje. Por un lado, debe considerar a la Universidad y a los centros de formación en interacción con el sector productivo, con el objetivo de evitar una disociación entre oferta de demanda de habilidades individuales y, por el otro, incentivar la formación en los puestos de trabajo, espacio donde se construyen los conocimientos específicos.

En segundo lugar, respecto de las competencias organizacionales resulta fundamental la construcción de entramados empresariales locales que combinen grandes empresas con otras de tamaño menor. Las grandes empresas muestran mayores gastos de investigación y desarrollo, y mayor tendencia a la vinculación con las universidades, especialmente en sectores como el de la biotecnología. Estas empresas a la vez suelen aportar una perspectiva estratégica (Nelson, 1991) que contribuye a la formación de capacidades dinámicas y de innovación (Teece *et al.*, 1997) que puede extenderse al resto de las firmas del territorio a través de sus vinculaciones comerciales y no comerciales (Granovetter, 1985). Por otra parte, estas empresas también pueden actuar como focos de atracción para otras firmas de menor tamaño, que articulan en redes comerciales y de conocimiento. De esta forma, las empresas de mayor tamaño logran reducir riesgos tecnológicos y comerciales asociados con la actividad innovadora (flexibilidad), mientras que las muchas empresas pequeñas otorgan

dinamismo (creación y destrucción de empresas) y capacidad de respuesta ante entornos de rápido cambio tecnológico.

En tercer lugar, entre las capacidades institucionales son imprescindibles aquellas que garanticen la articulación entre las acciones llevadas a cabo desde diferentes escalas territoriales (nacionales, regionales y locales), así como entre los actores, delineando objetivos claros orientados al desarrollo territorial y al cambio estructural. En este contexto, la presencia de organizaciones red resulta clave, porque contribuye a la coordinación entre actores heterogéneos y a la construcción de una visión común del clúster y su trayectoria futura. Además, su función también incluye actividades de promoción de capacidades organizacionales a partir de la provisión de servicios a empresas y emprendedores del territorio, como ser: incubación de empresas, acciones de *management*, acceso a mercados, financiamiento, servicios tecnológicos y de gestión de calidad y formación de habilidades individuales al ofrecer cursos de formación y articular las demandas de empresas con la oferta de formación de las universidades. De manera adicional, debe considerarse el rol de la política pública para orientar el financiamiento y sostener la demanda que requiere el cambio estructural. Esto implica que las regiones puedan transitar procesos de transformación productiva con menores niveles de volatilidad y riesgo que en ausencia de políticas. En este contexto, la presencia de políticas tanto públicas como privadas (por ejemplo, de organizaciones red) que sostengan la formación de clústeres y su articulación con políticas nacionales resulta determinante, lo que puede repercutir en un mayor grado de éxito entre los clústeres *policy-driven*.

Por último, en línea con el marco conceptual y a partir del análisis de casos, es posible apreciar que las habilidades individuales y las capacidades organizacionales constituyen un requerimiento necesario pero no suficiente para el desarrollo de habilidades colectivas y, en particular, para el desarrollo de clústeres tecnológicos sostenibles. Es en este contexto que las capacidades institucionales cobran relevancia, dado que son las que permiten articular el juego de los distintos actores y pensar un sistema complejo a mediano y a largo plazo. Asimismo, la sostenibilidad de los clústeres descansa en los mecanismos amortiguadores y en la capacidad de resiliencia. De las experiencias de Múnich y Tampere se desprende que estos amortiguadores tienen su ancla en las capacidades institucionales propiamente dichas, así como también en los mecanismos de financiamiento y de sostenimiento de la demanda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 6Aika. 2015. The Six Citystrategy: Open and Smart Services. The Cooperation Strategy of the Six Largest Cities in Finland, approved by the Ministry of Employment and the Economy on 9 June 2014.
- Aizenman, J. y Pinto, B. 2005. Managing Economic Volatility and Crises: A practitioner's Guide. Cambridge, Cambridge University Press.
- Asheim, B.T. y Coenen, L. 2005. "Knowledge Bases and Regional Innovation Systems: Comparing Nordic Clusters". *Research policy*, 34(8), pp. 1173-1190.
- Audretsch D.B. y Feldman M.P. 2004. "Knowledge Spillovers and the Geography of Innovation". *Handbook of Regional and Urban Economics*. North-Holland, Amsterdam, pp. 2713-2739.
- Autor, D. 2014. Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth. Working Paper N° 20485. Cambridge, National Bureau of Economic Research.
- BBC. 2016. Nokia: Life after the Fall of a Mobile Phone Giant.
- Becattini, G. 1987. The Market and Local Forces: The Industrial District. Bologna, Il Mulino.
- BioM. 2017. Biotech in Bavaria: 20 Years of Growth and Innovation. Report 2016/17, Munich.
- Blažek, J. y Hampl, M. 2009. "Types and Systems of Actors in Regional Development: Their Function and Regulatory Potential". *European Spatial Research and Policy*, 16(1), pp. 75-92.
- Bresnahan, T., Gambardella, A. y Saxenian, A. 2001. "'Old Economy' Inputs for 'New Economy' Outcomes: Cluster Formation in the New Silicon Valleys". *Industrial and Corporate Change*, 10(4), pp. 835-860.
- Brynjolfsson, E. y McAfee, A. 2011. "Race Against the Machine". [s.l.], *Digital Frontier Press*.
- Camio, M.I., Rébora, A., Romero, M. y Álvarez, M.B. 2016. *Innovación y software: diagnóstico y medición en empresas argentinas*. Tandil, Argentina, UNICEN.
- Casper, S. 2000. Institutional Adaptiveness, Technology Policy, and the Diffusion of New Business Models: The Case of German Biotechnology. *Organization Studies*, 21(5), pp. 887-914.
- Casper, S. y Soskice, D. 2004. "Sectoral Systems of Innovation and Varieties of Capitalism: Explaining the Development of High-Technology Entrepreneurship". *Europe. Sectoral Systems of Innovation*, pp. 348-387.
- Chang, H. 2010. "Hamlet without the Prince of Denmark: How Development has disappeared from Today's 'Development' Discourse", en Khan, S. y J. Christiansen (eds.), *Towards New Developmentalism: Markets as Means rather than Master*. Abingdon, Routledge.
- Chiesa, V. y Chiaroni, D. 2005. *Industrial Clusters in Biotechnology: Driving Forces, Development Processes, and Management Practices*. London, Imperial College Press.

- Cinterfor y OIT. 1997. *Formación basada en competencia laboral: situación actual y perspectivas*. Montevideo, Cinterfor.
- Cohen, W.M. y Levinthal, D.A. 1989. "Innovation and Learning: The Two Faces of R y D". *The Economic Journal*, 99(397), pp. 569-596.
- _____. 1990. "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 128-152.
- Cooke, P. 2002a. "Biotechnology Clusters as Regional, Sectoral Innovation Systems". *International Regional Science Review*, Vol. 25 (1): pp. 8-37.
- _____. 2002b. *Knowledge Economies: Clusters, Learning and Cooperative Advantage*. Routledge.
- Cooke, P., Heidenreich, M. y Braczyk, H.J. 2004. *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalized World*. London, Psychology Press.
- Cooke, P. y Morgan, K. 1990. *Learning through Networking: Regional Innovation and the Lessons of Baden-Württemberg*. Cardiff, Regional Industrial Research.
- Cooke, P., Uranga, M.G. y Etzebarria, G. 1997. "Regional Innovation Systems: Institutional and Organisational Dimensions". *Research policy*, 26(4-5), pp. 475-491.
- _____. 1998. "Regional Systems of Innovation: An Evolutionary Perspective". *Environment and Planning A*, 30(9), pp. 1563-1584.
- Criscuolo, P. y Narula, R. 2008. "A Novel Approach to National Technological Accumulation and Absorptive Capacity: Aggregating Cohen and Levinthal". *The European Journal of Development Research*, 20(1), pp. 56-73.
- Cristóforo, M., Graña, F.M. y Pataccini, L. 2015. *Instituciones para el desarrollo productivo: articulación público-privada para la generación de empleo de calidad*. Buenos Aires, OIT-UIA.
- Czamanski, S. y Ablas, L. 1979. "Identification of Industrial Clusters and Complexes: A Comparison of Methods and Findings". *Urban Studies*, 16(1), pp. 61-80.
- Dosi, G. 1982. "Technological Paradigms and Technological Trajectories". *Research Policy*, 11(3), pp. 147-162.
- Dosi, G., Nelson, R. y Winter, S. 2001. *The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities*. Oxford, Oxford University Press.
- Finnish Ministry of Education. 2009. *Evaluation of the Finnish National Innovation System: full Report*. Helsinki University Print.
- Frey, C.B. y Osborne, M.A. 2017. "The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?". *Technological Forecasting and Social Change*, 114, pp. 254-280.
- Gino, F., Bohmer, R.M., Edmondson, A.C., Pisano, G.P. y Winslow, A.B. 2006. *Learning Tradeoffs in Organizations: Measuring Multiple Dimensions of Improvement to Investigate Learning-Curve Heterogeneity*. Working Paper 05-047. Boston, Harvard University Press.
- Gutman, G.E. y Robert, V. 2016. "La transferencia tecnológica en los orígenes de la moderna biotecnología en Argentina: el caso de la articulación de Zeltek con la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina", en Garrido Noguera, C. y García Pérez, D. (eds.),

Vinculación de las universidades con los sectores productivos: casos en Iberoamérica (Vol. 2). ALCUE.

- Hausmann, R., Hidalgo, C.A., Bustos, S., Coscia, M. y Simoes, A. 2014. *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. Boston, MIT Press.
- Humphrey, J. y Schmitz, H. 2002. “How does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters?”. *Regional studies*, 36(9), pp. 1017-1027.
- Ilmola, L. y Casti, J. 2013. “Case Study: Seven Shocks and Finland”. *Innovation and Supply Chain Management*, 7(3), pp. 112-124.
- Jaffe A.B. 1989. “Real Effects of Academic Research”. *The American Economic Review*, pp. 957-970.
- Jansen, S., Cusumano, M.A. y Brinkkemper, S. 2013. *Software Ecosystems: Analyzing and Managing Business Networks in the Software Industry*. Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.
- Kaiser, R. 2003. “Multi-Level Science Policy and Regional Innovation: The Case of the Munich Cluster for Pharmaceutical Biotechnology”. *European Planning Studies*, 11(7), pp. 841-857.
- Koski y Järvensivu. 2010. Proactive Labour Market Policy as a Step Towards New Regional Innovation Policy: The Case of Tampere Region.
- Krugman, P. 1991. “Increasing Returns and Economic Geography”. *Journal of Political Economy*, 99(3), pp. 483-499.
- Lall, S. 1992. “Technological Capabilities and Industrialization”. *World Development*, 20(2), pp. 165-186.
- _____. 2000. “The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98”. *Oxford Development Studies*, 28(3), pp. 337-369.
- Lavarello, P. J. y Sarabia, M. 2015. *La política industrial en la Argentina durante la década de 2000*. Buenos Aires, CEPAL.
- Lavarello, P., Robert, V. y Gutman, G. 2016. Diffusion and Adoption of High Technologies in Emerging countries. From University. Firm Linkages to Business Clusters in Argentina. Presentado en The 16th International Schumpeter Society, Montreal.
- Lavarello, P., Robert, V. y Vázquez, D. 2017. Integrating Global Value Chain with National Innovation Systems Approaches: Some Dimensions Disregarded by the Current Debate. X Jornadas de Economía Crítica. Buenos Aires, Argentina.
- López, A. y Ramos, D. 2012. “6 Clusters de software y servicios informáticos en la Argentina: los casos de Córdoba y Rosario”, en Artopoulos, A. y Spadaccini, S. (eds.), *La sociedad de las cuatro pantallas: una mirada latinoamericana*. Buenos Aires, Ariel.
- Lundvall, B.Å. 1985. *Product Innovation and User-producer Interaction*. Aalborg, University Press.
- Malmberg, A. 1996. “Industrial Geography: Agglomeration and Local Milieu”. *Progress in Human Geography*, 20(3), pp. 392-403.
- Marshall, A. 1920, *Principios de economía*. Madrid, Síntesis.

- Minsky, H. 1986. *Stabilizing an Unstable Economy*. Connecticut, Yale University Press, New Haven.
- Nelson, R.R. 1991. “Why do Firms Differ, and How does it Matter?”. *Strategic Management Journal*, 12(S2), pp. 61-74.
- Nelson, R.R. y Winter, S.G. 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press.
- Nübler, I. 2014. *A theory of Capabilities for Productive Transformation: Learning to Catch Up*. In *Transforming Economies: Making Industrial Policy Work for Growth, Jobs and Development* (pp. 113-149). Geneva, ILO.
- Organización Internacional del Trabajo. 2014. Recomendación sobre el desarrollo de los recursos humanos: educación, formación y aprendizaje permanente, 2014 (Núm. 195). 92ª CIT, Ginebra.
- Panigo, D.T. 2013. *El impacto de la volatilidad macroeconómica sobre la desigualdad en Argentina y América Latina*. La Plata, Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Peres, W. y Primi, A. 2009, *Theory and Practice of Industrial Policy: Evidence from the Latin American Experience*. Santiago de Chile, CEPAL.
- Pérez, C. 1998. “Desafíos sociales y políticos del cambio de paradigma tecnológico”. Venezuela: Desafíos y Propuestas, 60º Aniversario de la Revista SIC (pp. 63-109). Caracas.
- _____. 2010. “Technological Revolutions and Techno-economic Paradigms”. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), pp. 185-202.
- Perry, M. 2005. *Business Clusters: an International Perspective*. London, Routledge.
- Porter, M.E. 1990. “The Competitive Advantage of Nations”. *Harvard Business Review*, 68(2), pp. 73-93.
- Porter, M.E. y Stern, S. 2001. National Innovative Capacity. The Global Competitiveness Report, 2002, pp. 102-118.
- Prahalad, C. y Hamel, G. 1990. “The Core Competence of the Corporation”. *Harvard Business Review*, 68(3), pp. 79-91.
- Price Waterhouse Coopers. 2011. Regional Biotechnology. Establishing a Methodology and Performance Indicators for Assessing Bioclusters and Bioregions Relevant to the KBBE Area. Disponible en: <http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/regional-biotech-report.pdf>
- Rasmussen, S., Madsen, P.K., Saloniemi, A., Ólafsdóttir, K., Dølvik, J.E., Jesnes, K. y Berglund, T. 2017. Nordic Labour Markets and the Sharing Economy: National Background Reports.
- Raunio, M., Räsänen, P. y Kautonen, M. 2016. Case Finland, Tampere: Open innovation Platforms as Policy Tools Fostering the Co-creation and Value Creation in a Knowledge Triangle.

- Rébora, A., Dabós, G.E. y D'Annunzio, C. 2011. *Conocimiento, innovación y emprendimiento. El rol de la UNICEN y su impacto en el desarrollo regional* (1ra, ed.). Tandil, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Richardson, G.B. 1972. "The Organization of Industry". *The Economic Journal*, 82(327), pp. 883-896.
- Rosenberg, N. 1963. "Technological Change in the Machine Tool Industry. 1840-1910". *The Journal of Economic History* 23: pp. 414-443.
- Rosenfeld, S.A. 1995. *Industrial Strength Strategies*. Aspen Institute.
- _____. 1997. "Bringing Business Clusters into the Mainstream of Economic Development". *European Planning Studies*, 5(1), pp. 3-23.
- Sarabia, M. 2017. *Changing Patterns in the Global Production System as the Root of Global Slowdown: International Business Relocation Drivers Meet Knowledge-driven national Responses*. Tampere, Globelics Academy.
- Schmitz, H. 1995. "Collective Efficiency: Growth Path for Small-scale Industry". *The Journal of Development Studies*, 31(4), pp. 529-566.
- Searle, J.R. 1995. *The Construction of Social Reality*. New York, The Free Press.
- Sotarauta, M., y Kosonen, K.J. 2003. Institutional Capacity and Strategic Adaptation in less Favored Regions: a South Ostrobothnian University Network as a Case in Point. Massachusetts Institute of Technology Industrial Performance Special Working Paper series. N° MIT-IPC-LIS03-003 on Local Innovation Systems (2003). Cambridge, MIT.
- _____. 2007. "Co-evolution of the Finnish National and Local Innovation and Science". *Regional Studies* 41, pp. 1085-1098.
- Storper, M. 1995. "The Resurgence of Regional Economies, Ten Years Later: The Region as a Nexus of Untraded Interdependencies". *European Urban and Regional Studies*, 2(3), pp. 191-221.
- Sutton, J. 2012. *Competing in Capabilities: The Globalization Process*. Oxford, Oxford University Press.
- Teece, D.J., Pisano, G. y Shuen, A. 1997. "Dynamic Capabilities and Strategic Management". *Strategic Management Journal*, 18(7), pp. 509-533.
- von Hippel, E. 1976. "The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process". *Research Policy* 5: pp. 212-239.

CONCLUSIONES

El mundo cambia, tanto en el plano productivo como en el cultural y social, y estos cambios, de naturaleza cualitativa, son cada vez más rápidos y profundos.

A lo largo de las últimas décadas, varias veces se ha vaticinado la emergencia de un nuevo paradigma tecno-económico. Pero, ¿se trata efectivamente de un nuevo paradigma? ¿O, en realidad, se presentan varios nuevos paradigmas posibles que articulan una red de transformaciones no lineales? Es difícil ofrecer una respuesta unívoca, sin embargo, es claro que se atraviesa un momento de transición con importantes transformaciones tecnológicas, como la industria 4.0, la inteligencia artificial, el *big data*, la nanotecnología y la industria aditiva, entre otras. Además, lo acompañan cambios económicos y comerciales profundos, como la emergencia de cadenas regionales y globales de valor, la desindustrialización y financiarización. Frente a estas mutaciones, simultáneamente emergen los cambios sociales y ambientales, como aquellos derivados de las transformaciones demográficas mundiales (el fenómeno del envejecimiento poblacional, incipiente incluso en Argentina) o el cambio climático (con el aumento de la temperatura en 1,5 C° durante la última década, junto con la creciente presencia de fenómenos ambientales, como las inundaciones y las sequías). Todas estas transformaciones actualmente en curso, lejos de resolver, han tornado más acuciantes y persistentes las diferentes formas de desigualdad y discriminación que atraviesan a la sociedad contemporánea.

En efecto, los cambios no se limitan al ámbito de la producción, sino que incluyen a las instituciones, la sociedad y la cultura. Sin duda, nos encaminamos hacia una nueva sociedad, una nueva economía y un nuevo mercado de trabajo. Pero en este novedoso escenario, no existe una mano invisible que haga que esta nueva economía sea más productiva, más justa y sustentable. Por el contrario, lo que se necesita es crear un tipo de ecosistema de políticas integradas y coherentes que acompañen el proceso de transición hacia la nueva economía y sociedad que se vislumbra, para que esta sea más justa, inclusiva y sustentable.

El modo de producir, de consumir y de interactuar entre los individuos y entre ellos y las instituciones y las tecnologías está mutando profundamente. La meta deseada es que tanto este proceso de transición como las nuevas estructuras económicas y sociales que emerjan de él construyan condiciones más igualitarias, participativas y sustentables. Cada transición hacia un nuevo paradigma causa un impacto que no resulta neutro para la sociedad e, incluso si ese impacto neto es positivo, provoca posiciones de ganadores y de perdedores, por lo tanto, se generan resistencias y su gestión requiere de la política pública una mirada que conduzca y busque un proceso de desarrollo inclusivo.

El presente libro se concentró básicamente en el estudio de cómo los cambios tecnológicos inauguran diversas transformaciones en las distintas esferas de la economía y la sociedad, analizando específicamente cómo los cambios operan sobre el mundo de trabajo. La cuestión central radica en observar cómo Argentina puede preparar mejor su fuerza laboral frente a las mutaciones, para aprovechar la denominada por Pérez y Soete (1988) “ventana de oportunidad” de la emergencia de nuevas tecnologías, con el fin de posicionar al país del mejor modo posible frente a la economía mundial, para lograr un *catching up* en tecnología y para crear un nuevo proceso de desarrollo que sea sostenible e inclusivo.

El primer capítulo de este libro introduce la cuestión de aquellos desafíos que las transformaciones implican para los sistemas productivos, las formas de trabajo y las relaciones laborales. Ciertamente, la evolución tecnológica revoluciona las formas de organización de la producción y las estructuras productivas. Sobre estos tópicos existe un gran debate y, si bien el futuro es incierto, resulta indispensable comprender el vínculo que se presenta entre las nuevas tecnologías, las innovaciones y los empleos, para poder aprovechar nuevas oportunidades en el camino de crear un desarrollo inclusivo y sostenible.

Asociadas con estos procesos, durante las últimas décadas emergieron cada vez con mayor fuerza las nuevas formas de empleo, que conllevan alteraciones en la duración de la jornada laboral, la estabilidad en el puesto de trabajo o el tipo de contratación. Bajo estas formas atípicas de empleo, los trabajadores de pronto se encuentran expuestos a la exclusión de los derechos y a la pérdida de la libertad sindical y de las negociaciones colectivas, ya sea porque su relación laboral no está contemplada dentro de la ley o porque debido a la baja vinculación con un lugar de trabajo se dificulta su afiliación. Esto constituye un gran desafío para el sector público y para las organizaciones de los trabajadores y de los empleadores, puesto que se deberán adaptar sus servicios de apoyo y el marco regulatorio de las nuevas relaciones laborales, con el firme propósito de que no se conviertan en funcionales para la precarización.

Este primer capítulo utiliza una perspectiva evolucionista para analizar los cambios en las ocupaciones y en el empleo propios del tejido industrial argentino, tomando en cuenta la dinámica revelada por las empresas durante la Encuesta Nacional de Dinámica del Empleo y la Innovación de 2015, respecto de la creación, destrucción y reconversión de sus estructuras ocupacionales. En consonancia con los estudios internacionales, se demuestra que los trabajadores con altos niveles cognitivos tienen mayores chances de ocupar puestos de trabajo bien remunerados y mantener sus posiciones ocupacionales, en detrimento de las ocupaciones que requieren habilidades simples en tareas de carácter repetitivo. Esto implica que el mayor riesgo de padecer desempleo debido al cambio tecnológico recae sobre los segmentos ocupacionales más vulnerables. Sin embargo, en este capítulo también se expone que la dinámica del empleo de corto plazo resulta positiva para la mayoría de las empresas que realizaron innovaciones, con independencia del sector de actividad (al menos en el corto plazo), lo que pone en evidencia que la innovación y el cambio tecnológico tienen el potencial tanto de desplazar como de crear nuevos empleos, de manera simultánea. Por lo tanto, las políticas públicas resultan clave para hacer que el balance entre ambos comportamientos resulte positivo. En efecto, las innovaciones tecnológicas pueden constituir una fuente de exclusión para los trabajadores si no son acompañadas por políticas públicas, marcos regulatorios e instituciones competentes, que fortalezcan la posición competitiva de las empresas y abran nuevas oportunidades para la innovación. En cambio, el panorama podría modificarse notablemente si se construye un ámbito político e institucional favorable para que la emergencia de las nuevas tecnologías cree más y mejor empleo para todos.

El segundo capítulo realiza un importante aporte al estudio del impacto del cambio tecnológico sobre la demanda de habilidades y al análisis de la posibilidad de dar respuesta al cambio a partir de las competencias que se encuentran disponibles en la estructura productiva argentina. Los autores de este capítulo construyen un mapa de “indicadores de parentesco” de habilidades del mercado de trabajo de Argentina y analizan el potencial diversificador que tienen los nuevos sectores económicos que han emergido a partir de los cambios tecnológicos. Los indicadores de parentesco estimados parten del supuesto de que los trabajadores se mueven de un sector de actividad a otro porque existen similitudes en el proceso productivo de ambos sectores y, por lo tanto, se les presenta un mismo tipo de requerimiento de habilidades. Bajo esta idea es posible asociar sectores (emparentados) según las características de los recursos que utilizan. Una vez establecido el mapa de sectores y sus vinculaciones, en función de las habilidades comunes que requieren, es posible conocer las posibilidades existentes para desarrollar nuevos sectores, en función de la disponibilidad de recursos existente en los sectores asociados actualmente en el entramado productivo local. Es decir que en el capítulo se analiza si la base existente de conocimientos y competencias ocupacionales ofrece las habilidades para diversificar y desarrollar nuevas tecnologías y productos, en principio, más complejos y sofisticados, en procura de crear una nueva base productiva nacional, que alcance mayor productividad y competitividad.

Para ello, los autores analizan la potencial interrelación en los nuevos sectores atravesados por el cambio tecnológico, identificados por el Observatorio del Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE) y la OIT, y las capacidades disponibles dentro del entramado productivo nacional. Así encuentran que los *servicios basados en el conocimiento (SBC)* son los que presentan mayor parentesco de habilidades con los nuevos sectores, pero también con otros sectores, en tanto alcanzan el mayor potencial diversificador. La *biotecnología*, por otra parte, no tiene las mayores vinculaciones pero sí, las de mayor intensidad. En tanto, las *nuevas energías* poseen un potencial diversificador muy relacionado con el entramado productivo ya existente, mientras los *sectores productores de bienes TIC* tienen un menor potencial diversificador, limitado a los eslabones hacia adelante de la cadena de valor. Estos hallazgos resultan de especial interés en el diseño de las políticas públicas de fomento a los sectores dinámicos, porque establecen de qué modo las competencias locales podrían responder ante una expansión de los sectores que modernizarían la estructura productiva local.

El tercer capítulo de este libro analiza cómo debe reformarse el sistema de formación profesional frente a los cambios tecnológicos y laborales. En la era de la informatización masiva de los puestos de trabajo, se ha considerado, en especial, la merma de las ocupaciones en las que predominaba el ejercicio de tareas rutinarias que pueden ser fáciles de codificar en algoritmos y en secuencias de programación informática. Sin embargo, se ha observado que la automatización reemplaza ciertas tareas en una determinada posición de trabajo, dándole un contenido más complejo, sin necesidad de suprimirlas. Este fenómeno reduce el impacto de la automatización sobre el empleo pero no sobre las cualificaciones, ya que lo que ocurre es que cambia la naturaleza de las tareas exigidas. Como consecuencia, puede afirmarse que la sociedad del conocimiento se introduce en los modelos productivos solo si genera una masa crítica de cualificaciones y capacidades de gestión.

Los cambios profundos en la producción de saberes se producen en el marco de una espiral de aprendizajes que son realimentados por el sistema productivo, los saberes de los trabajadores, el sistema educativo formal, el no formal y el sistema de formación a lo largo de la vida. El desconocimiento respecto de muchas de las competencias específicas que se demandarán en el futuro hace necesario que los sistemas educativos y de capacitación

provean a las personas de habilidades abiertas y en disposición permanente para el aprendizaje. Estas competencias o habilidades cognitivas superan a la formación meramente técnica y van más allá del aprendizaje de contenidos y procedimientos, por el contrario, constituyen verdaderas metacapacidades, que se vinculan con una matriz de pensamiento y generan aptitudes para poner en acción los conocimientos y aplicarlos de manera creativa ante los nuevos desafíos.

En este contexto, se configura un fenómeno político y social que define un nuevo paradigma técnico-económico, que busca generar mayor productividad y rentabilidad e inventar nuevos productos-servicios. Este capítulo también analiza qué actores intervienen en la creación de un sistema de innovación, cómo evoluciona el concepto de cualificación en el marco de las diferentes “revoluciones tecnológicas” y cuáles son las nuevas competencias y capacidades que se requieren para desempeñarse en la sociedad del conocimiento. Además, destaca la importancia de los institutos desarrollados por la Formación Profesional en Argentina, durante los últimos 15 años, desde el exMTEySS y señala fortalezas y aspectos a mejorar, de acuerdo con los requerimientos de la sociedad del conocimiento y con el futuro del trabajo.

El cuarto capítulo reivindica el concepto de habilidades colectivas como marco de un análisis multidimensional en el que se insertan los procesos de transformación estructural. En este caso, se demuestra cómo las diferentes dimensiones institucionales, tecnológicas, económicas y sociales se articulan para dar respuesta a las nuevas demandas derivadas de los nuevos sectores. Así se vuelve evidente que la articulación entre las diversas dimensiones se hace más ostensible en territorios específicos, donde se pueden percibir procesos de aprendizaje y de formación de habilidades colectivas. Por este motivo, se analizan casos particulares de clústeres tecnológicos argentinos (de nano y biotecnología, en Santa Fe, y de *software*, en Tandil). Al mismo tiempo, se reconoce que el desarrollo de habilidades colectivas en el espacio local también enfrenta restricciones derivadas de las interacciones de los territorios con los niveles centrales de gobierno. Por lo tanto, para poner de manifiesto estas restricciones se comparan estos casos exitosos de clústeres tecnológicos locales con experiencias internacionales. En el trabajo que se expone en este capítulo, se identifican las dimensiones y los procesos clave que se dan en la construcción de habilidades colectivas en Argentina, los mecanismos que promueven la sincronidad y la retroalimentación entre el ámbito exclusivamente local y el ámbito nacional y, por último, pero no por ello menos importante, las principales restricciones que enfrentan los territorios locales al momento de ser comparados con las experiencias internacionales.

Los resultados alcanzados por el análisis manifiestan la importancia de promocionar las capacidades colectivas desde las diferentes instituciones y organismos que conforman los clústeres tecnológicos: (i) a partir de las universidades y los centros de formación, en el plano de las habilidades individuales, (ii) a partir de promocionar la constitución de instituciones red que nucleen diferentes actores y contribuyan al diseño estratégico y a la visión de cada clúster, en el plano de las competencias organizacionales, y (iii) a partir de la articulación entre las políticas locales y nacionales, en el plano de las habilidades institucionales. En síntesis, los casos analizados permiten dar cuenta de cuán importantes son las diferencias contextuales y la singularidad de los elementos territoriales en la construcción de las habilidades colectivas, mientras se reivindica la importancia del aprendizaje interactivo en estructuras productivas resilientes.

En síntesis, los cuatro capítulos presentes en este libro analizan los diferentes aspectos de las transformaciones que actualmente se despliegan sobre el mundo del trabajo, la construcción de competencias y cuáles son los desafíos que se imponen a la competitividad

y ante el cambio estructural de la economía de Argentina. En este escenario, resulta crucial identificar cuáles son las principales lecciones aprendidas que se derivan de la investigación. Por ello, a continuación, se describen los hallazgos y reflexiones más notables.

1. En la economía y en el contexto de competencia internacional que se avecina, la calidad de la fuerza laboral jugará un papel fundamental para el desarrollo de Argentina. Si el país quiere beneficiarse con las nuevas oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías y el mercado mundial, se deberá invertir fuertemente en la fuerza laboral. Esta inversión se inicia desde el nivel de la educación primaria y secundaria y luego continúa con el nivel de la educación terciaria y el nivel superior, pero también se nutre de la formación profesional, durante todo el ciclo profesional de los trabajadores.
2. Las exigencias aplicadas a la fuerza laboral cambiarán profundamente. Las habilidades sociales y blandas, así como las creativas y cognitivas, tendrán mayor protagonismo en detrimento de las habilidades rutinarias. Las nuevas tareas requerirán competencias construidas con conocimientos multidisciplinarios y se modificarán cada vez más rápido, en respuesta a una adaptación continua del trabajador. Como consecuencia, será imprescindible garantizar una formación permanente a lo largo del ciclo profesional.
3. Los cambios tecnológicos y productivos están causando modificaciones en el mercado de trabajo y en las formas de contratación que se manifiestan como irreversibles, por ejemplo, los cambios abiertos por las plataformas digitales. Al presente, existe un vacío legal, civil y de las normas laborales para cubrir estas novedades, y la poca o nula capacidad de respuesta institucional está dando lugar a que surjan nuevas fuentes de inequidad en el mercado de trabajo. Hay muchas cuestiones no resueltas respecto de las “formas atípicas de trabajo”, vinculadas con el estatus de los trabajadores, las condiciones de trabajo, la protección social, la representatividad empresarial y la representación sindical. Este contexto demanda de manera urgente soluciones claras y efectivas, para que las nuevas oportunidades de empleo conformen puestos de trabajo decente y no constituyan un retroceso en las condiciones laborales.
4. Casos territoriales de desarrollo productivo exitoso demuestran la importancia que adquieren las habilidades colectivas, es decir, las habilidades del conjunto de los diversos actores e instituciones, además de la interacción dinámica de ellos. Los casos estudiados ponen de manifiesto que las soluciones individuales no sirven si no hay un abordaje sistémico sobre los desafíos planteados por las nuevas tecnologías. Al mismo tiempo, a pesar de la existencia de casos territoriales de excelencia, con capacidad para competir globalmente, el desafío consiste en lograr una escala significativa a nivel del país, para transitar un nuevo camino de desarrollo, que sea más productivo, diversificado y competitivo.

A partir de considerar estas lecciones, es posible abordar una cuestión clave acerca de cómo deberían pensarse las políticas públicas orientadas a acompañar esta transición, para efectivamente lograr un desarrollo inclusivo y sustentable.

1. UNA ESTRATEGIA INTEGRAL DE APRENDIZAJE

El país necesita una estrategia de aprendizaje que incluya canales formales, que abarcan los sucesivos niveles de educación y continúan con la formación profesional y continua. Esta estrategia desarrollará también canales informales de aprendizaje en los que se

fortalezcan las relaciones sociales colaborativas y solidarias. Es decir que se debe buscar la construcción de procesos de aprendizaje que fortalezcan la confianza y el respeto por el otro. Los procesos de aprendizaje de este tipo muchas veces implican transformaciones culturales profundas que trascienden los espacios de formación formales. Se originan en los hogares y en diversos ámbitos de socialización, como la escuela, los clubes y las asociaciones barriales y organizaciones comunitarias, pero también con el aprendizaje directo en actividades productivas, en cada puesto de trabajo.

Para los tomadores de decisión pertenecientes al sector público resulta clave preparar la fuerza laboral para enfrentar las exigencias del futuro del trabajo y las exigencias de las nuevas tecnologías y, para eso, es indispensable anticipar cambios en el mercado laboral, preparar los trabajadores para que puedan adaptarse a estos cambios y apoyarlos en la reorientación profesional de un presente de transición. Muchos de los trabajos del futuro requieren conocimientos y competencias que aún no existen o aún no están considerados como importantes y determinantes. Es cuestión de anticipar y gestionar proactivamente estas transiciones del mercado de trabajo para diseñar un futuro laboral que promueva la empleabilidad y la mejora de la productividad y de la competitividad, pero también para evitar que crezca la exclusión y la pobreza, facilitando un patrón de crecimiento económico que sea inclusivo y equitativo, como confirmó el Director General de la OIT, Guy Rider, en su discurso sobre “Skills for the Future”, durante la 16.a Reunión Regional de Asia y el Pacífico, en Ginebra, en 2016.

Los trabajadores tienen que prepararse para invertir ellos mismos en el aprendizaje, en sus *reskilling and upskilling* (es decir, actualizar las competencias laborales y recalificarse), pues esto resulta clave para mantenerse en el mercado de trabajo y para hacer carrera profesional (WEF, 2018). Los trabajadores tienen que estar dispuestos de aprender durante toda su vida profesional, estar abiertos a los cambios y transformaciones de sus tareas profesionales y a tareas en las que convergen conocimientos interdisciplinarios. Por lo tanto, deben mantenerse curiosos a lo que pasa en otras áreas e incorporar nuevos conocimientos a sus rutinas profesionales.

Como dijo el Director General de la OIT, Guy Rider durante una discusión acerca de la Reforma de la formación profesional, en una reunión del G20 de Ministros de Educación y de Empleo, el 6 de septiembre de 2018:

“Hay una creciente necesidad de habilidades cognitivas, una fuerza de trabajo fácilmente adaptable, que junto con la creciente complejidad de las tareas de trabajo aumentarán la demanda de los trabajadores con habilidades básicas y con motivación para aprender y adaptarse a lo largo de sus carreras profesionales (...) Necesitamos reponer las habilidades a lo largo de la carrera laboral y esto requiere volver a visitar los modelos y conceptos de aprendizaje permanente para crear el futuro que queremos (...) Necesitamos políticas públicas que implementen un enfoque de sistemas de aprendizaje permanente, que cuente con recursos, esté centrado en el aprendizaje y basado en los derechos, para que nadie se quede atrás”.

El desafío de las empresas no se limita al reclutamiento de nuevos trabajadores que ya poseen las nuevas competencias. Por el contrario, las mismas firmas tendrían que invertir crecientemente en la reorientación técnica de su personal en cada puesto de trabajo y en el desarrollo del capital humano en general, tomando permanentemente en cuenta el fenómeno de la aceleración de los cambios tecnológicos. En línea con lo propuesto por la OCDE (2017), en Argentina es prioritario promover la formación en cada puesto de trabajo

y encontrar nuevos modos de involucrar al sector privado en el sistema de formación profesional, desde el diseño hasta la implementación, con el fin de sobrepasar el déficit de trabajadores calificados.

2. NUEVO MARCO REGULATORIO E INSTITUCIONAL E IMPORTANCIA DEL DIÁLOGO SOCIAL

Se deben construir nuevas ideas, categorías e instituciones, para enfrentar las nuevas realidades del mundo productivo y laboral. Hay que reformar, renovar y adaptar el marco regulatorio, las instituciones públicas, semipúblicas y privadas, así como desarrollar mecanismos de apoyo a las nuevas formas de producción y de trabajo. El nuevo rol que juega el sector público es más complejo, sofisticado y comprehensivo, pero también lo es el papel desempeñado por los actores sociales tradicionales. Sería indispensable reforzar e institucionalizar la capacidad de anticipación y de pronóstico ajustándola a un nivel estratégico alto, para aumentar la habilidad nacional de alcanzar una planificación a largo plazo y para mejorar la capacidad de reacción frente a cambios cada vez más vertiginosos.

Las transformaciones institucionales incluyen la emergencia de nuevos actores sociales y productivos (por ejemplo, las redes sociales y las plataformas digitales) que crean nuevas interdependencias y un nuevo dinamismo institucional. Sin duda, se deberá encontrar un nuevo equilibrio, un nuevo pacto entre los actores, y no solamente entre los actores productivos sino de la totalidad de la sociedad, para alcanzar un acuerdo general sobre la dirección que quiere asumir el país.

En este contexto, será fundamental sostener un diálogo social eficaz, que se sustente en alcanzar el equilibrio entre los actores tradicionales y los nuevos actores. Un desafío importante es el hecho de que las formas atípicas del trabajo han vuelto más difusa la relación entre los empleados y los empleadores, lo que deriva en un problema de representación para los nuevos perfiles, durante la instancia de diálogo social (OIT, 2018). Por otra parte, el tema del cambio tecnológico tiene que ingresar con mayor contundencia en los procesos de diálogo social, si bien ya existen algunas iniciativas interesantes, como el diálogo social sobre el futuro de la construcción y su incidencia en las calificaciones ocupacionales (Casartelli *et al.*, 2018).

3. POLÍTICAS LABORALES Y PROTECCIÓN SOCIAL PARA ALCANZAR UNA TRANSICIÓN JUSTA

En este momento de cambio de paradigma, con la introducción de las nuevas tecnologías (Nübler, 2017), entran en juego fuerzas disruptivas que pueden causar pérdidas de empleo, temporales para algunos y permanentes para otros. En el actual escenario, están siendo particularmente afectados los trabajadores de mayor edad (especialmente las personas de 50 años y más), a quienes generalmente les cuesta más adaptarse a las nuevas exigencias del mercado de trabajo o que simplemente están siendo reemplazados por trabajadores jóvenes que ya ingresan con los nuevos conocimientos requeridos. Por otro lado, la nueva dinámica laboral también puede causar una caída de los ingresos y de las condiciones de trabajo o directamente situaciones de precarización, si los cambios laborales no son acompañados por cambios normativos e institucionales.

Por estas razones, es importante contar con estabilizadores automáticos, amparados en las normas laborales, para garantizar la seguridad de los ingresos (por ejemplo, mediante transferencias sociales e indemnizaciones), lo que ayudaría a estabilizar el consumo (beneficiando a los productores locales) y permitiría a los trabajadores invertir en nuevos

conocimientos y competencias. Aun así, es imprescindible la implementación de políticas laborales activas, como la formación, en particular la reorientación o la actualización profesional, los subsidios temporales al trabajo, los programas destinados a los grupos que atraviesan situaciones de vulnerabilidad y los servicios de empleo. Otro elemento importante es el apoyo técnico e institucional brindado a las pymes industriales y de servicios, que son tan numerosas e importantes para el empleo en Argentina y que frecuentemente enfrentan más dificultades para la integración de las nuevas tecnologías. Tales acciones de apoyo tal vez constituyan el único camino que las mantendrá competitivas en el mercado doméstico y en el mercado internacional.

Por otra parte, también preocupa que los cambios tecnológicos causen un aumento de la desigualdad, tanto entre los diferentes países como, dentro de cada territorio nacional, entre los grupos sociales. La automatización, por ejemplo, facilita el fenómeno de *reshoring*, a través del cual aquellas etapas de la producción que se hallaban deslocalizadas en los países en desarrollo vuelven a los países industrializados que son el origen de las firmas. Otra característica del presente mercado de trabajo consiste en que se visualiza un aumento del capital en detrimento del trabajo, como consecuencia de los cambios tecnológicos recientes, además de que muy probablemente esta tendencia se acentúe (Berg, 2015). Luego, en Argentina, en particular, se observa una tendencia hacia la polarización de la fuerza laboral, respecto de las ocupaciones y los niveles de ingreso, algo que también sucede como resultado de los cambios tecnológicos (Apella y Zunino, 2017).

Estos comportamientos acentúan la importancia que asumen tanto el diálogo social como las políticas laborales y sociales, las que, a la vez, deberían ser combinadas con políticas fiscales (por ejemplo, implementar impuestos al uso de robots, para balancear el lucro entre capital y trabajo; reducir las horas de trabajo, manteniendo el mismo salario, o aplicar sistemas de ingreso básico universal), con el propósito de reducir la tendencia a una creciente desigualdad entre los países y en el interior de los países, debido, por ejemplo, a la aplicación de procesos extensos de automatización (UNDESA, 2018).

4. POLÍTICAS INTEGRADAS E IMPORTANCIA DE LAS POLÍTICAS INDUSTRIALES “INTELIGENTES”

El mundo de la producción y del mercado de trabajo es cada vez más complejo. La noción de “sector” pierde su valor y las tareas laborales y de cooperación se desarrollan tanto en el interior de las disciplinas y las profesiones como entre ellas. En esta creciente complejidad, resulta muy poco eficaz limitar la intervención a una sola política. De hecho, sería clave implementar una buena combinación de políticas que funcione en varios niveles, algo así como un “ecosistema” de políticas integradas y coherentes, que sean interministeriales y cuenten con la participación de los diferentes actores sociales, todo ello en pos de la resolución de problemas.

Se trataría de políticas que prevén nuevas tendencias rápidamente y que se preparan, se ajustan y se adaptan a los nuevos desafíos, para alcanzar un camino de crecimiento que sea sostenible, que no deje a nadie atrás y, sobre todo, que evite potenciales impactos disruptivos. Un ecosistema de políticas de este tipo incluye políticas de educación y formación profesional, también políticas laborales y de formación por profesión, políticas industriales (incluso de innovación, ciencia y tecnología) y políticas macroeconómicas, junto con políticas de transporte y logística, de comunicación y políticas ambientales, entre otras.

Para aumentar la complejidad económica y la productividad, ambos aspectos que contribuyen a reducir la vulnerabilidad económica y a crear más y mejores empleos, Argentina necesitaría políticas industriales de tipo *smart* o inteligente (OCDE, 2016, o –mejor dicho– un marco de especialización inteligente, según la UE/OCDE). Estas políticas transversales –y no puramente sectoriales– se basan en un proceso de aceleración de los cambios estructurales y en un método mucho más de *bottom-up* que las políticas públicas tradicionales, en los cuales, en particular, lo que más interesa es el intercambio de conocimientos y de información entre todas las instituciones del proceso (es decir, entre el sector privado y el público, las instituciones de formación, de educación y de innovación, y las comunidades), para descubrir y promover nuevas actividades productivas (OCDE, 2016).

En estos tiempos, la globalización y la gobernanza mundial ciertamente limitan el espacio de una política nacional, tanto como el espacio fiscal propio del país y de muchas provincias. Sin embargo, este espacio de política existe y se debe usar de manera eficaz, junto con la dimensión internacional, a través de una participación proactiva de Argentina en la gobernanza mundial y, en particular, en las negociaciones de la OMC, las conferencias internacionales de la OIT, el G20, el Foro sobre Cambio Climático y Comercio, junto con otros espacios de participación y toma de decisiones.

El impacto de las nuevas tecnologías sobre el desarrollo dependerá de las opciones y decisiones políticas y sociales que se tomen. Estas decisiones forman por ende el resultado de las fuerzas del mercado y no viceversa. Según Chang (2002), no puede haber desarrollo si el país se especializa solamente en su ventaja comparativa natural. En otras palabras, el *desarrollo* significa desplegar nuevas ventajas comparativas a través de un proceso de aprendizaje en el cual las nuevas habilidades individuales y sociales de una economía o de un territorio específico se desarrollan (Nübler, 2015).

El sector público y las políticas públicas tienen un papel crucial en este proceso de transformación estructural. En efecto, las políticas públicas tienen la función de orientar y estimular al sector privado, para que este actúe de cierto modo. Las iniciativas privadas son clave pero no son suficientes. Por lo tanto, lo que se necesita es una transformación de la sociedad, para que se cree una nueva demanda social y nuevas habilidades sociales (Nübler, 2017).

Un ejemplo emblemático de esta posible transformación es la digitalización de la sociedad, donde, a partir de la amplia difusión de los teléfonos inteligentes y las aplicaciones, se produjo una nueva actitud de los consumidores y otras formas de conectarse social y profesionalmente, junto con un nuevo entendimiento acerca de la información y la seguridad de los datos. Se necesitan nuevas instituciones, formales e informales, para crear nuevas habilidades sociales, es decir, una nueva combinación de conocimientos, comportamientos, estados de ánimo y sistemas de creencias dentro de la sociedad. Sin duda, habría que enfatizar la importancia de las instituciones del diálogo social, a fin de crear un acuerdo social sobre el futuro, tanto de la misma sociedad, como de la economía, el ambiente y el mundo del empleo.

Será imposible atravesar una transición justa si el trabajo decente no existe. Las normas laborales juegan un papel muy importante en este nuevo contexto, pues permitirán evitar la precarización del trabajo durante este período de transición. Por otra parte, las nuevas formas de trabajo atípicas, como es el caso de los empleos de la economía colaborativa, representan novedosos desafíos para el reajuste o el diseño de las normas laborales, ya

que se deberá evitar que estos nuevos empleos se manifiesten como relaciones laborales precarias. Sin duda, se precisarán nuevas formas de protección social y de representatividad de los actores del mercado de trabajo.

Como conclusión, es posible afirmar que, en un presente colmado de desafíos, serán las políticas públicas las encargadas de decidir y perfilar si la transición hacia un nuevo paradigma será –tal como se desea– justa e inclusiva para el conjunto de la ciudadanía. Es evidente que se precisa bastante más que la injerencia de un ministerio o que la implementación de una política fuerte. Por el contrario, lo que urge poner en funcionamiento es un ecosistema de políticas integradas y coherentes para cada nivel sectorial, pero sobre todo desde un nivel intersectorial, que se oriente hacia la solución de los grandes desafíos sociales actuales y por venir. En un escenario complejo, se requiere de la articulación entre la Nación, las provincias y los municipios, incluyendo a la totalidad de los actores sociales y a la sociedad civil, con una visión a largo plazo que permita crear una sociedad y una economía más justas, productivas y con un vínculo sustentable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apella, I., Zunino, G. 2017. *Cambio tecnológico y el mercado de trabajo en Argentina y Uruguay. Un análisis desde el enfoque de tareas*. WP N° 11. Buenos Aires, Banco Mundial.
- Berg, J. (ed.). 2015. *Labour Markets, Institutions and Inequality: Building Just Societies in the 21st Century*. Cheltenham, Edward Elgar/Geneva, ILO.
- Casartelli, M., Puigbó, J., Ernst, C., Oliveti, M., Weinman, L., et al. 2018. *Prospectiva tecnológica y su incidencia en las calificaciones ocupacionales en el sector de la construcción*. Buenos Aires, Cámara Argentina de la Construcción, Fundación UOCRA, OIT, MTEySS.
- Chang, H.J. 2002. *Kicking Away the Ladder: Development Strategy in Historical Perspective*. London, Anthem Press.
- Foro Económico Mundial. 2018. *Towards a Reskilling Revolution: A Future of Jobs for All*. Geneva, WEF. Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOW_Reskilling_Revolution.pdf (consultado el 27 de septiembre de 2018).
- ILO. 2017. *Social Dialogue and the Future of Work*. Report of the ILO-AICESIS, Conference, 23-24 November. Athens, ILO.
- Nübler, I. 2015. “A Theory of Capabilities for Productive Transformation: Learning to Catch up”, in Salazar-Xirinachs, J.M., Nübler, I., Kozul-Wright, R. (eds.), *Transforming Economies: Making Industrial Policy Work for Growth, Jobs and Development*. Geneva, OIT/CNUCED.
- _____. 2017. “New Technologies: A Jobless Future or a Golden Age of Job Creation?” Research Department WP, N° 13. Geneva, ILO.
- OCDE. 2016. *OECD Territorial Reviews: Córdoba, Argentina*. París, OCDE.
- _____. 2017. *OECD Multi-Dimensional Economic Survey: Argentina*. París, OCDE.

- Pérez, C. y Soete, L. 1988. “Catching up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity”, in Dosi, G. et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. London and New York, Pinter Publishers, pp. 458-478.
- Rider, G. 2018. “Rethink Lifelong Learning”. G20, Education and Employment Ministers’ Meeting, 6 September 2018. Disponible en: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/how-the-ilo-works/ilo-director-general/statements-and-speeches/WCMS_644530/lang-en/index.htm (consultado el 27 de septiembre de 2018).
- UN DESA (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas). 2018. *World Economic and Social Survey 2018. Frontier Technologies for Sustainable Development*. New York, UN DESA.

