



**CIECTI**

Centro Interdisciplinario  
de Estudios en Ciencia,  
Tecnología e Innovación

**DT**  
**15.2**

# NUEVAS TECNOLOGÍAS DIGITALES Y TRABAJO: EL CASO DE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL EN LA ARGENTINA

Alejandro Artopoulos y Miguel Lengyel

Serie

EL FUTURO  
DEL TRABAJO



**INTAL**

**Serie**

**EL FUTURO  
DEL TRABAJO**

# NUEVAS TECNOLOGÍAS DIGITALES Y TRABAJO: EL CASO DE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL EN LA ARGENTINA

**DOCUMENTO DE TRABAJO N° 15.2**

Alejandro Artopoulos y Miguel Lengyel

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**





**CIECTI**

Centro Interdisciplinario  
de Estudios en Ciencia,  
Tecnología e Innovación

Artopoulos, Alejandro

Nuevas tecnologías digitales y trabajo : el caso de la producción agroindustrial en la Argentina / Alejandro Artopoulos ; Miguel Lengyel. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CIECTI, 2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4193-38-4

1. Agroindustria. 2. Innovación Tecnológica. 3. Agroquímicos. I. Lengyel, Miguel II. Título

CDD 630

La investigación que dio base a este estudio finalizó en noviembre de 2018 y contó con el apoyo financiero de la oficina de la Organización Internacional del Trabajo en la Argentina.

© 2019 CIECTI

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta obra, para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre que se cite la fuente.

Fotografía de tapa: Designed by jcomp / Freepik

---

Godoy Cruz 2390 - PB (C1425FQD), CABA

(54-11) 4899-5500, int. 5684

[www.ciecti.org.ar](http://www.ciecti.org.ar) / [info@ciecti.org.ar](mailto:info@ciecti.org.ar)

Seguinos en  @ciecti

Buscanos en  /ciecti

# AUTORIDADES

## **Presidente**

Gustavo Lugones

## **Directora general**

Ruth Ladenheim

## **EQUIPO EDITORIAL**

### **Coordinación editorial**

Fernando Porta

### **Apoyo a la coordinación**

Celeste De Marco

### **Coordinación de la serie**

Miguel Lengyel

### **Equipo de investigación**

Alejandro Artopoulos y Miguel Lengyel

### **Edición**

Mara Sessa

### **Diseño editorial**

Lea Ágreda

## SIGLAS

AACREA	Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola
AAPRESID	Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa
AP	agricultura de precisión
BPM	administradores de procesos de negocios
CREA	Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola
CRM	sistemas de relacionamiento con los clientes
ERP	planificación de recursos empresariales
GIS	sistemas de información geográfico
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
IOS	internet de los servicios
IOT	internet de las cosas
KIBS	empresas de servicios intensivas en conocimiento
PPI	plataforma productiva innovadora
SST	sistema sociotécnico
TIC	tecnologías de la información y la comunicación

# ÍNDICE

Introducción .....	9
Marco analítico .....	11
Transición a la agricultura informacional .....	21
Instituciones de la plataforma productiva innovadora .....	26
Informacionalización del trabajo agropecuario .....	33
Perfiles laborales consolidados .....	36
El desafío de las plataformas .....	40
Agro 4.0 .....	44
KIBS .....	50
Perfiles laborales emergentes .....	52
Prospectiva de la agricultura 4.0 .....	57
Conclusiones .....	59
Recomendaciones .....	60
Bibliografía .....	62

### Palabras clave

*desarrollo basado en recursos  
naturales  
trabajo  
TIC  
plataformas productivas innovadoras*

## RESUMEN

El trabajo parte de la hipótesis de que la adopción de la informática en la actividad agropecuaria ha quedado velada detrás de la interpretación dominante del papel central del paquete tecnológico “siembra directa-agroquímica-biotecnología”, en su tándem con la organización en red. Por ello, se propone reinterpretarlo mediante la metodología del análisis del sistema sociotécnico, que permite sopesar el componente digital como material estructural del nuevo modelo, que se nutre tanto de la forma de organización en red como de las nuevas prácticas tecnológicas de producción, logística y comercialización.

Una vez reconstruido el “trípode” sociotécnico del nuevo modelo empresarial, se describen las bases institucionales desde las cuales la plataforma productiva innovadora agropecuaria desplegó la difusión “arraigada” de las TIC en el sector.

Asimismo, se analiza la transformación del trabajo agropecuario a partir de los cambios introducidos por las TIC. Se examina también la emergencia actual de la plataformización de las tecnologías digitales agropecuarias –que podrían denominarse agro 4.0– y su síntoma con el fenómeno de los emprendimientos de servicios intensivos en conocimiento. Además, se propone una tipología de estilos de adopción de tecnología digital bajo los procesos de informacionalización y de plataformización.

Finalmente, a partir del análisis de los nuevos perfiles laborales observados, se propone una prospectiva de las tendencias de evolución del trabajo agropecuario a partir de la adopción de plataformas y la necesidad de desplegar políticas de formación en capacidades agroinformacionales.

## RESUMO

O trabalho baseia-se na hipótese de que a adoção da tecnologia da informação na atividade agrícola foi ocultada por trás da interpretação dominante do pacote tecnológico “plantaio direto-agroquímica-biotecnologia” em conjunto com a organização em rede. Portanto, propõe-se reinterpretá-lo através da metodologia de análise de sistemas sociotécnicos, que permite que o componente digital seja pesado como material estrutural do novo modelo, que se alimenta tanto na forma de organização em rede como novas práticas tecnológicas de produção, logística e comercialização.

Após a reconstrução do “tripé” sociotécnico do novo modelo de negócios, são descritas as bases institucionais a partir das quais a inovadora plataforma de produção agrícola implantou a difusão “enraizada” de tics no setor.

Da mesma forma, a transformação do trabalho agrícola é analisada com base nas mudanças introduzidas pelas tic. Também se examina o surgimento atual da plataforma de tecnologias agrícolas digitais –que poderia ser chamada de agro 4.0– e seu relação com o fenômeno das start-ups de serviços com uso intensivo de conhecimento. Além disso, é proposta uma tipologia de estilos de adoção da tecnologia digital sob os processos de informatização e plataformização.

Finalmente, a partir da análise de novos perfis profissionais observado, propõe-se uma perspectiva das tendências da evolução do trabalho agrícola, com base na adoção de plataformas e na necessidade de desenvolver políticas de treinamento em capacidades agroinformacionais.

### Palavras-chave

*desenvolvimento baseado  
em recursos naturais  
trabalho  
tic  
plataformas produtivas inovadoras*



## ABSTRACT

### Keywords

*natural resource based development*

*labor*

*ITC*

*innovative productive platforms*

This paper starts from the assumption that the adoption of Information Technology in agricultural production has been veiled by the dominant interpretation of the central role that the “technological package” including no-till seeding-agrochemicals-biotechnology played, in tandem with the network organization of activities. Accordingly, it proposes to reinterpret this view by relying on the “sociotechnical system” approach, which allows balancing the digital component as the structural material of the new model with both the network organization and the latest practices of production, logistics and commercialization on which it draws.

Once rebuilt the sociotechnical “tripod” of this new business model, the institutional bases from which the “innovative farming production platform” fostered the diffusion of ICTs in the sector are addressed.

Likewise, the paper analyses the transformation of farming labor as a result of the changes introduced by the ICT. It also examines the current emergence of the platform-configuration of the digital farming technologies—called “agro 4.0”—and its relation with the phenomenon of the growing weight of knowledge-intensive service enterprises. In this vein, the paper proposes a typology of adoption styles of digital technology under the processes of informalization and platformization.

Finally, on the basis of the analysis of the new labor profiles being observed, the paper proposes a prospective discussion of the evolution trends in agricultural work grounded in the adoption of platforms and the need to deploy training policies in agro informational capacities.

## Introducción

Entender el proceso de transformación del paradigma tecnoeconómico en la producción agropecuaria argentina requiere tanto sondear las tendencias actuales de la transformación digital como reinterpretar el largo período de incubación entre los primeros experimentos con la siembra directa en la década del setenta y el punto de inflexión hacia el final de 1997.

Los pronósticos informados sobre el futuro del trabajo agropecuario bajo la economía de las plataformas implican reinterpretar actividades productivas agropecuarias que han incorporado patrones de innovación esperados de los sectores industriales, que van desde la reconfiguración de las prácticas organizacionales, el incremento de los procesos industriales y la incorporación de una amplia gama de servicios. Si bien estos son aspectos centrales de los cambios en la producción agrícola durante las últimas tres décadas, se parte de la hipótesis de que la adopción de la informática en la actividad agropecuaria ha quedado velada detrás de la interpretación dominante del papel central del paquete tecnológico siembra directa-agroquímica-biotecnología en su tándem con la organización en red. Así, se propone reinterpretarlo mediante la metodología del análisis del sistema sociotécnico (SST) que permite sopesar el componente digital como material estructural del nuevo modelo, que sostiene tanto la forma de organización en red como de las nuevas prácticas tecnológicas de producción, logística y comercialización.

En este sentido, es fundamental reconstruir el “trípode” sociotécnico del nuevo modelo empresarial agropecuario. Las conexiones horizontales o cruzadas entre cadenas de valor que trascienden los límites de un sector específico tiene alcances transdisciplinarios y no poseen una localización específica como los *clusters*. No se pueden entender los lazos sociales si no como vinculaciones sostenidas por la comunicación móvil y los espacios de información digital común.

Estos patrones pueden ser analizados desde la perspectiva interpretativa de la plataforma productiva innovadora (PPI) (Cooke, 2004; Lengyel, 2016; Roitter, 2019) y aplicar este concepto a la transición sociotécnica de la producción agropecuaria argentina.

Se trata de identificar la forma en que innovaciones tales como la siembra directa, los herbicidas totales y las semillas transgénicas fueron desarrolladas o difundidas, ensamblándose con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Se describen las bases institucionales desde las cuales la PPI agropecuaria desplegó la difusión “arraigada” de las TIC en el sector, dando lugar primero a un nicho tecnológico y, luego, constituyéndose en un nuevo sistema sociotécnico mediante la combinación con TIC y las formas de organización en red, en la cual las rutinas cognitivas compartidas entre los miembros de la comunidad de práctica tecnológica radical describieron una trayectoria tecnológica en vía de estabilización (Constant II, 1987; Hughes, 1987; Geels y Schot, 2007).

El objetivo general del trabajo es contribuir a profundizar el conocimiento sobre la adopción de las TIC en las actividades de producción agropecuaria y su impacto en el mercado de trabajo en la Argentina. A continuación se desarrolla en detalle los objetivos específicos, ordenados con el fin de responder al objetivo general y dar estructura a la exposición de los hallazgos:

- › Caracterizar los elementos que distinguen como forma de organización en red a la producción agroindustrial en la Argentina, destacando la naturaleza de las relaciones internas y externas y la generación de nuevas capacidades (*spin-offs*, emprendimientos, participación de firmas provenientes de otras actividades) en la producción de bienes y servicios preferentemente intensivos en conocimiento.
- › Describir cómo las tecnologías digitales se articulan con las tecnologías químicas, mecánicas y biológicas en el modelo de negocios de las organizaciones agropecuarias en red.
- › Identificar la generación de derrames hacia otras actividades y de externalidades positivas.
- › Caracterizar las formas típicas estilizadas de adopción de tecnología entre los productores agropecuarios.
- › Desarrollar un análisis de la dinámica e interacción entre las nuevas tecnologías digitales y el trabajo a partir de la conceptualización de nuevas configuraciones productivas de la PPI que están predominando en la producción agroindustrial en la Argentina.
- › Identificar la brecha entre las competencias laborales existentes en la producción

agroindustrial en el país y las requeridas a las demandas de trabajo de los nuevos modelos de los agronegocios, que son el producto del *upgrading* tecnológico y de innovación en curso.

- › Identificar los aspectos institucionales asociados al tránsito de los *upgradings* en el marco de las PPI, especialmente los relacionados con la formación de recursos humanos.
- › Desarrollar un análisis prospectivo de las implicancias/tendencias en curso y las de más largo plazo de la PPI, en lo que hace a la articulación del uso de nuevas tecnologías, especialmente digitales –como la robótica– y la dinámica laboral –nuevas modalidades de organización del trabajo, de requerimientos de empleo y de dotaciones necesarias de saberes.
- › Identificar las características de la PPI que agregan valor en el esfuerzo de articular positivamente la utilización de las nuevas tecnologías y la dinámica laboral.
- › Ensayar un borrador de análisis de escenarios con un horizonte temporal a 2030 que combine los ejes de cambio tecnológico y el trabajo para las actividades seleccionadas.

## Marco analítico

El trabajo de investigación consta del relevamiento de fuentes primarias y secundarias, como trabajos académicos, informes de consultoría, documentación oficial, entrevistas a informantes calificados clave, observaciones de campo sobre el surgimiento y desarrollo de la producción agroindustrial en la Argentina actual, en particular en lo que refiere al impacto de la difusión de las nuevas tecnologías sobre la organización de la producción, la configuración de las ocupaciones laborales y sus consecuencias en los niveles de empleo.<sup>1</sup>

El modo de desarrollo es la forma en que el capitalismo mejora la productividad a través del cambio de las relaciones técnicas de producción. Dicha transición pasa de un modo industrial, focalizado en mejoras en la productividad mediante la explotación de formas de energía para la producción de bienes y servicios, a la explotación de datos e información

<sup>1</sup> La investigación considera el trabajo previo del autor en su tesis doctoral “El desarrollo informacional en América Latina”.

para la concepción, el diseño y la producción de bienes y servicios. En este sentido, la agricultura pampeana presenta un caso relevante del sector primario para el estudio de la transición del modo de desarrollo. Las observaciones de cómo cambió el trabajo agropecuario por la incorporación de las TIC permitieron identificar las nuevas formas del trabajo agropecuario informacional actual, entender el cambio de paradigma tecnoeconómico en la actividad agropecuaria y describir el SST y las comunidades de práctica tecnológica.

La transición entre SST permite superar los enfoques de cambio tecnológico por su carácter en cierta forma simplista, ya que estos desdeñan la importancia de los pasos intermedios en el desarrollo que actúan como trípodes transicionales, o bien, la relación entre los niveles micro (nicho), meso (comunitario) y macro, entendidos como contextos sociotécnicos amplios en los que los sistemas encuentran su estabilidad.

Los SST están compuestos por artefactos tecnológicos, organizaciones, conocimientos, artefactos legislativos y significados simbólicos y culturales. Todos los artefactos físicos y simbólicos funcionan como componentes de un sistema que contribuyen a la meta común. Si algún componente es retirado del sistema o si cambian sus características, los otros componentes del sistema se ven afectados. La construcción o rearticulación de los SST están en manos de los actores sociales, algunos de los cuales asumen roles principales, denominados pioneros informacionales, ya que son los que desplazan la frontera de la transición entre SST (Hughes, 1987; Geels, 2005).

En el caso del SST de la agricultura pampeana se encuentran:

- › Artefactos tecnológicos: cosechadoras, tractores, semillas, etcétera.
- › Organizaciones: empresas, bancos, agencias gubernamentales, ONG, universidades, entre otras.
- › Conocimientos (dimensión epistémica): prácticas de labranza, libros, artículos, programas de materias y proyectos de investigación, que a su vez pueden estar organizados por:
  - Disciplinas: ingeniería agronómica, *coaching*, biología, química, programación, etcétera.

- Artefactos legislativos: leyes, regulaciones, evaluación o tratamiento de eventos sobre organismos genéticamente modificados, retenciones a las exportaciones, certificaciones de SENASA, entre otros.
- Significados simbólicos, culturales y valores: sustentabilidad, familia, etc. (Bisang, 2003 y Bisang *et al.*, 2008), que inciden en la constitución del nuevo paquete tecnológico, en el cual operan como base del nuevo modelo el surgimiento de la siembra directa (Alapin, 2008; Trigo *et al.*, 2009) y la adopción de la semilla transgénica (Trigo, 2011).

El lugar que ocupan las TIC en la argumentación sobre el nuevo modelo productivo es subsidiario de una lógica de la hegemonía bioquímica en el núcleo tecnológico del cambio agropecuario. La aplicación del concepto de SST permite controlar el “sesgo bioquímico” mediante la etnografía de la adopción de tecnologías, con lo cual se reconstruyen los pasos seguidos en el armado del “rompecabezas”, se puede balancear la función de cada tecnología en el funcionamiento general del nuevo SST y se analiza el ensamble de los componentes tecnológicos, organizacionales, epistémicos, legislativos y culturales en un constructo sociotecnológico de creciente estabilización.

El tema predominante de la aplicación de TIC en la producción agropecuaria fue la agricultura de precisión (AP) (Wolf y Buttel, 1996; Tey y Brindal, 2012). Los análisis sobre la incorporación de las TIC se especializaron en la descripción de la baja adopción de los sistemas de AP. Dichos análisis estuvieron sujetos a la experimentación de los pioneros y de pruebas en productores de vanguardia (Albornoz, 2007; Melchiori *et al.*, 2013; Lepratte y Blanc, 2015). No obstante, soslayan la adopción sostenida de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés),<sup>2</sup> de gestión logística y de control de la producción.

Estudios más recientes (por ejemplo, Anlló *et al.*, 2015) intentan reconsiderar el análisis de la actividad agropecuaria y analizar las posibles evoluciones dinámicas considerando la complejidad del proceso tecnoproductivo e intentando desentrañar el núcleo tecnoorganizacional que sustenta la producción basada en el uso de recursos naturales. En ellos se caracteriza a los agentes dinámicos que construyen y gestionan la mayor complejidad y diversidad del conocimiento necesario para poder llevar a cabo la producción agrícola de

<sup>2</sup> Son sistemas informáticos destinados a la administración de recursos en una organización.

manera competitiva: "...el sujeto agrario deja de ser el productor agropecuario autónomo en su chacra para convertirse en una red de agentes vinculados desde diversos espacios físicos al sistema productivo de recursos naturales renovables. Sistema que permite la reducción de los costos operativos y el incremento de la productividad" (Anlló *et al.*, 2015).

Desde la aparición del teléfono inteligente en 2007 se inicia una nueva etapa denominada la era de las plataformas, también conocida por el discurso de la industria TIC como la "transformación digital". Esta es una etapa signada por la difusión masiva y capilar del teléfono móvil inteligente, el creciente uso de la computación en la nube, la aplicación del Big Data, la utilización de vehículos autónomos tanto terrestres como aéreos (drones) y otros dispositivos de la internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), la emergencia de los nanosatélites, la internet de los servicios (IOS, por sus siglas en inglés) y la convergencia institucional en la definición de estándares para la denominada industria 4.0 (Van Dijck, 2013; Brynjolfsson y McAfee, 2014; Srnicek, 2016; Kenney y Zysman, 2016).

Si bien es necesario revisar cómo se constituyó el núcleo tecnológico del nuevo modelo de organización en red primario, la economía de las plataformas plantea nuevos desafíos para explicar tanto la evolución de los cambios organizacionales y tecnológicos como de la transformación del trabajo, y plantea la posibilidad de distintos escenarios en términos de la dinámica de creación/destrucción de empleo.

Se espera que esta nueva ola de transformación digital impacte fuertemente en el futuro del empleo. Sin embargo, no está claro el sentido del impacto. En tanto hay quienes no tienen dudas acerca de sus efectos negativos y esperan un futuro sin empleo, otros argumentan que la historia se repetirá y que las nuevas tecnologías luego de un período turbulento eventualmente crearán nuevos y mejores empleos, se generarán nuevas oportunidades para el cambio social y mejorarán las condiciones materiales de la ciudadanía de las futuras democracias 4.0.

Según Nübler (2016), en el caso del agro de la región pampeana, se aspira a comprender la dinámica de destrucción y creación de empleo.<sup>3</sup> Siguiendo su marco, la nueva tecnología, la innovación y el trabajo pueden impulsar el ahorro de mano de obra así como constituir fuerzas creadoras de empleo. Si se entiende el cambio tecnológico como un proceso no

<sup>3</sup> Para mayor información acerca de la discusión teórica vigente sobre la dinámica de destrucción y creación de empleo, véase el primer documento de esta serie: "DT15.1: Cambio tecnológico y empleo: aportes conceptuales y evidencia frente a la dinámica en curso", de Sonia Roitter.

lineal y complejo que se presenta en oleadas y en diferentes fases, y en dependencia de cómo se articulan las fuerzas del mercado, sociales y políticas determinando regulaciones y generando capacidades, pueden eventualmente impulsar dinámicas de destrucción/creación de empleo que resulten en cambios sociales positivos. Este documento se propone crear nuevos insumos para que las políticas públicas puedan fomentar una dinámica del aprendizaje social en el contexto de la transformación digital agropecuaria.

En cuanto a la prospectiva, se trata de una metodología que requiere de un trabajo colectivo de los actores involucrados en el proceso o actividad que es objeto del proyecto de desarrollo de escenarios. Esta tarea habitualmente es facilitada por consultores con *expertise* en las técnicas de prospección que apuntalen la identificación de las opciones de futuro para su evaluación (Schoemaker, 1995; Schwarz, 1995).

Las entrevistas en profundidad (fuentes primarias) son una fuente de información fundamental para este trabajo de investigación. En tal sentido este estudio llevó a cabo entrevistas a diferentes perfiles de informantes clave: investigadores en el área de ingeniería agronómica, como el equipo de investigación y desarrollo de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA); investigadores en el uso de TIC en el agro, como Ignacio Albornoz, Claudio Machado y Mario Bragachini; productores agropecuarios pioneros en el uso de TIC; vendedores de TIC para el agro; proveedores de servicios basados en TIC para el agro, como la empresa Frontec del Grupo Los Grobo; y emprendedores en áreas de transformación digital en el agro, como Less Technologies, entre otros.

## Agricultura de redes de servicios

En esta sección se expone el nuevo modelo de organización de la empresa agropecuaria que emergió en la Argentina en la década de 1990, donde se explican tanto los fundamentos del núcleo sociotécnico de la organización-red agropecuaria como los componentes institucionales de la PPI; es decir, introduce los antecedentes de la formación de las



nuevas comunidades de la práctica tecnológica agropecuaria. A tal fin se consulta acerca de cómo se generaron las nuevas capacidades intensivas en conocimiento dentro de cada organización –tanto prácticas técnicas como prácticas de gestión productiva, comercial, de recursos humanos y financiera–, para entender de qué modo las tecnologías digitales se integraron a las tecnologías mecánicas, químicas y biológicas, y se difundieron en el universo de productores agropecuarios.

También se caracterizan las nuevas formas de organización en red para identificar las configuraciones productivas de la PPI, que están predominando en la producción agroindustrial del país. Es decir, interpretar tanto la transformación de la empresa agropecuaria como la aparición de *spin-offs* tecnológicos y de emprendimientos independientes provenientes de otras actividades o sectores.

Respecto de estas cuestiones, durante la década de 1990 tuvo lugar en la región pampeana un cambio en el modo de organización de la producción agrícola. El modelo tradicional de empresa agropecuaria argentina, caracterizado por la integración vertical de sus actividades, fue desplazado por un nuevo modelo. El cambio de paradigma tecnoeconómico de la agricultura del siglo XXI fue liderado por un nuevo modelo de empresa agropecuaria, la empresa en red agropecuaria (Pérez, 2001; Bisang *et al.*, 2008; Lengyel y Bottino, 2011; Artopoulos, 2016a). Más específicamente, una unidad productiva que produce simultáneamente granos y oleaginosas y otros productos agropecuarios produce a la vez la información y el conocimiento necesarios para hacer más productivo el intercambio de servicios tecnológicos aplicados a la producción, la gestión y la logística agrícola. Se trata de un proceso de destrucción creativa schumpeteriano donde conviven dos modelos de organización de la producción con sus respectivas tecnologías (Bisang, 2003).

El nuevo SST tomó forma a partir de los cambios organizacionales de la unidad productiva y la incorporación de tecnologías del nuevo paradigma tecnoeconómico. Las prácticas y tecnologías del laboreo de la labranza cero, la biotecnología, las TIC y la aplicación de nuevos modelos de negocios rearticulaban el SST anterior basado en tecnologías mecánicas, químicas y el mejoramiento genético tradicional de las semillas. De esta forma, la última etapa de cambio tecnológico –a partir de la década de 1970– se caracteriza por: la centralidad del conocimiento en tanto factor productivo; estructuras de competencia entre

agentes basadas en la innovación; mayor dinamismo de los procesos de innovación y su difusión; un nuevo *mix* de innovaciones asociado principalmente a tecnologías de propósito general tales como las nanociencias, la biotecnología, la ingeniería genética y las TIC; y estructuras organizativas basadas en red, inter e intraorganizaciones (Freeman y Pérez, 1988; Freeman y Soete, 1994; Roitter, 2019).

Los análisis en este campo coinciden en señalar que las TIC—en particular los microprocesadores—constituyeron el punto de partida para ubicar la decadencia del paradigma de la producción en masa. Sin embargo, la emergencia del modo de desarrollo informacional no se observó sino hasta cuando las unidades productivas se reorganizaron para generar capacidades de procesamiento de información y se formalizaron los procesos de creación de conocimiento para la mejora de la productividad (Brynjolfsson, 1993). En consecuencia, el nuevo paradigma tecnoeconómico fue un gran experimento de destrucción creativa. Durante las décadas de 1980 y 1990, las TIC se difundieron reemplazando o modernizando las viejas estructuras. Los agentes aprendieron a jugar bajo las nuevas reglas al tiempo que se instalaron infraestructuras y se dictaron leyes y reglamentaciones acordes (Pérez, 2012).

En otras palabras, no se trató del reemplazo de un SST por otro sino que se fue rearticulando el SST en uso, al ir mutando en forma lenta pero continua, recombinando las tecnologías de producción y distribución y modificando sus estructuras organizacionales. Los cambios de las organizaciones interactuaron con la difusión de las TIC. Durante un largo tiempo la inversión en TIC no tuvo retornos y se originó el fenómeno denominado “paradoja de la productividad” de los años ochenta. La primera recombinación surgida de la convergencia de las computadoras con las redes locales ocurrió a comienzos de los años noventa, lo que permitió compartir en servidores departamentales los archivos de planillas de cálculo y provocar así el primer salto de productividad. Este fue el punto de inflexión que se podría denominar el momento “Excel”, aunque en su origen fue conocido como el momento “Lotus 1-2-3” (Bar, 1992).

El momento “Excel” de la agricultura pampeana aconteció entre 1995 y 1998, primero con algunos pioneros y luego con el uso de la computadora para la aplicación de planillas y modelos preparados tanto para la producción agrícola como para la ganadera.<sup>4</sup> La rearticulación del SST tradicional se inició con cambios en tecnologías industriales con

<sup>4</sup> Un ejemplo de estas herramientas se puede encontrar en la página web de CREA: <[www.crea.org.ar/category/capacitacion/herramientas-it/](http://www.crea.org.ar/category/capacitacion/herramientas-it/)> y <[www.crea.org.ar/category/herramientas/](http://www.crea.org.ar/category/herramientas/)>.

la incorporación de la labranza cero y siguió con la introducción de semillas transgénicas. Ambas modificaciones produjeron a la vez un aumento de la productividad y de la complejidad de la gestión de la producción. Cuando los pequeños productores intentaron crecer se hizo imposible la gestión de la empresa agropecuaria sin acceso a bases de datos compartidas y la coordinación de las actividades logísticas mediante el uso de telefonía celular. Fue la búsqueda de la productividad, mediante métodos sustentables, la que trajo la informatización de la gestión de los datos agropecuarios.

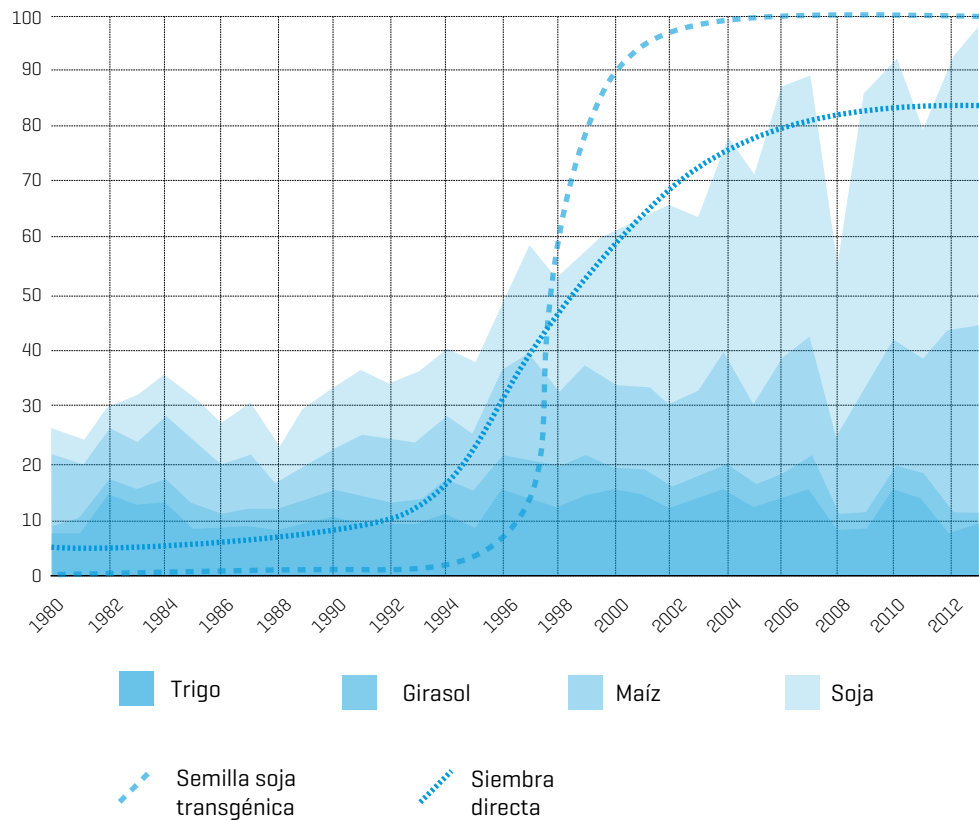
En tal sentido, este documento no habla de digitalización sino de informacionalización. A diferencia de lo que pasó en la industria y los servicios, no se reemplazaron tareas de captura de datos. Las TIC en el agro nacieron como andamiaje necesario para el nuevo nivel de productividad y sustentabilidad generado por el cambio de las estructuras organizacionales en red y constituyeron un nuevo SST (Castells, 1996; Artopoulos, 2016a). Más específicamente, la informacionalización de la agricultura se puede entender como el proceso de aumento de la productividad a un nuevo nivel, llevado a cabo por una red de servicios basada en TIC mediante el reensamblaje de las tecnologías químicas y mecánicas anteriores con las TIC, la biotecnología y la labranza cero. Este aumento de productividad a un nuevo nivel no solo es el resultado de las mejoras en los rindes y la baja de costos del nuevo modelo, sino también de la sustentabilidad ambiental a largo plazo de las condiciones de producción; para ello, ha sido necesaria la adecuación de las tecnologías químico-mecánicas al nuevo paquete tecnológico, las prácticas tecnológicas y la reorganización de las actividades, descartando aquellas no compatibles y reensamblando las compatibles. Por lo tanto, la informacionalización de la agricultura es la búsqueda de la sustentabilidad agroproductiva del largo plazo, ya que se trata de una parte nuclear del aumento de productividad del modo de producción. Dicho de una forma más directa, no hay informacionalización sin siembra directa. El modo de desarrollo informacional se solapa mediante el reensamble con el modo de industrialización, reconfigurando el SST mediante la incorporación de nuevas tecnologías y prácticas tecnológicas y la reorganización de las actividades: la reconfiguración de sus componentes de tecnologías mecánicas y químicas; la incorporación de biotecnología y el uso de TIC que le otorgan a los agentes nuevas capacidades de gestión en red, es decir, con capacidades de flexibilidad, monitoreo permanente y acumulación de conocimiento complejo tácito y explícito.

La secuencia de estabilización del SST tuvo dos fases: una técnica y otra económica. La técnica se inició con la experimentación con la siembra directa a fines de la década de 1970 y la venta de glifosato desde 1980. Esta fase tuvo como antecedente primordial el aumento de los egresados de carreras de ingeniería agronómica y sus consecuencias: el cambio hacia un perfil profesional de los productores, el incremento de la presencia de asesores técnicos y el aumento de la aplicación de conocimientos científicos de la química de los suelos y la biología de los cultivos, lo cual produjo el creciente uso experto de agroquímicos y fertilizantes. La extensión del consumo de estos productos puede haber sido generado por la baja de precios en la década de 1990, pero también hay que tener en cuenta el período de las dos décadas anteriores, cuando se ampliaron la cantidad de profesionales; la experimentación, el desarrollo y la difusión de prácticas ecotecnológicas de proceso –prácticas de labranza como la siembra directa o la rotación– y la constitución de sus comunidades de práctica tecnológica. La fase económica requirió de la incorporación del uso de la computadora hacia fines de la década de 1980 y del celular a mediados de los años noventa, es decir, la difusión del uso de la computación personal y la telefonía celular en la actividad agropecuaria.

Si bien se dispone de evidencias sobre la secuencia de estas tendencias (gráfico 1), solo a través de la casuística es posible identificar cuándo fue el momento en que se ensambló el nuevo SST: “Fue en el año 1994, cuando el banco COMAFI hizo un fondo de inversiones, que fue un caos porque en aquella época, sin teléfonos celulares, sin internet [...] fue terrible, porque uno sabía que tenía una cosechadora en algún lado andando pero no había forma de comunicarse con nadie cerca como para saber qué estaba haciendo, si el camión había llegado o no... Digamos, era una cosa que se pudo hacer porque había muy buenos precios en ese momento, pero con los números ajustados de hoy sería imposible”.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Entrevista a Fernando Solari, noviembre de 2015.

**Gráfico 1** Producción de trigo, girasol, maíz y soja, y difusión de la siembra directa y la semilla transgénica de soja en la Argentina [1980-2012]



Notas: Áreas: millones de toneladas; líneas punteadas: % del área sembrada.

Fuente: Elaboración propia con base en el Sistema Integrado de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura, Satorre (2005) y Grupo Los Grobo (2008).

Esta estructuración de prácticas, tecnologías y conocimientos configuró un nuevo SST cuyo núcleo se cerró con la incorporación de las TIC. Una vez constituido se fueron incorporando otros componentes como la silobolsa –tecnología que permitió el acopio de bajo costo descentralizado–, la aplicación de modelos de riesgo o la innovación en

instrumentos de financiación y comercialización, la AP, la agricultura por ambientes, el riego inteligente, etc. Este cambio produjo un aumento acelerado del volumen de producción debido al desplazamiento de la frontera agrícola pero también al aumento de la productividad, la modificación de los patrones de especialización y un proceso de internacionalización del sector.

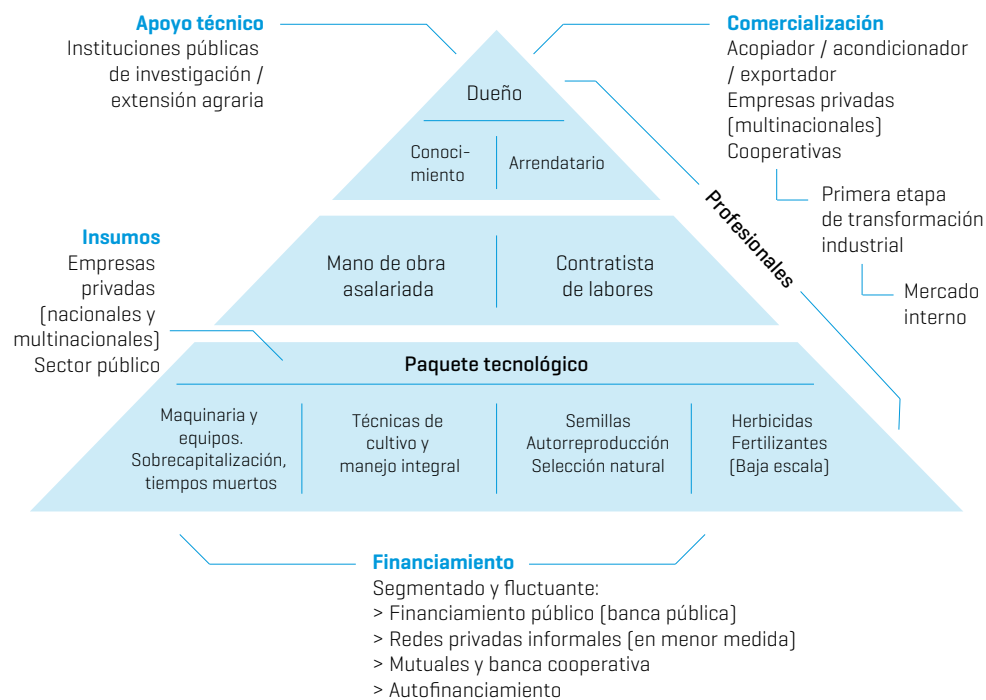
En el período 1990-2005 la producción de granos y oleaginosas de la Argentina cambió su patrón de crecimiento, con el 5,7% anual acumulativo, mientras el PBI lo hizo al 3,4%. Desde el punto de vista de la especialización del sector agropecuario, pasó de una actividad centrada en la ganadería y la producción agrícola de trigo y maíz a una actividad agropecuaria liderada por la producción agrícola con una fuerte especialización en la soja. En tanto en 1980 el maíz y el trigo superaban el 80% de la producción y la soja apenas llegaba al 11%, en 2007 los dos primeros alcanzaron el 30% y la soja el 53%. Este cambio en la producción coincide con el ingreso de China en el mercado mundial de importación de soja, país que, de no tener casi participación en dicho mercado a principios de la década, llegó en 2003 a ocupar el primer lugar con el 25% (USDA, 2003).

## **Transición a la agricultura informacional**

La empresa agropecuaria del modo de desarrollo tradicional se basó en la posesión de la tierra, el predominio de la ganadería y el monopolio del dueño de la tierra del conocimiento tácito para su explotación. Dicho conocimiento se acumulaba por experiencia, destrezas intuitivas y el manejo artesanal de la tecnología disponible (atrasada), sujeto a las inclemencias del clima y las plagas, con infraestructuras mínimas y dependientes del financiamiento de las empresas acopiadoras-exportadoras (Bisang y Gutman, 2005), tal como lo ilustra la figura 1. La organización de la empresa agropecuaria tradicional tenía una elevada integración interna de las actividades de laboreo que incluía la disposición de maquinarias y equipos propios (un campo = un tractor). La tecnología disponible se reducía a la autorreproducción de semillas de híbridos y una inversión baja en agroquímicos. En cuanto a la comercialización, dependía de las empresas acopiadoras y exportadoras y, por ende, no disponían de capacidades para establecer estrategias de defensa ante precios desfavorables. Por último, el acceso al crédito se reducía al autofinanciamiento y la

oferta de la banca pública y cooperativa –cuando existieran–. No se utilizaban medios de explicitación de datos e información. El único registro de las actividades se realizaba en el cuaderno de notas del dueño, habitualmente el único miembro de la fuerza de trabajo con competencias de lectoescritura.

**Figura 1** Modelo de producción agropecuaria de integración vertical



Fuente: Elaboración propia con base en Bisang *et al.* (2008).

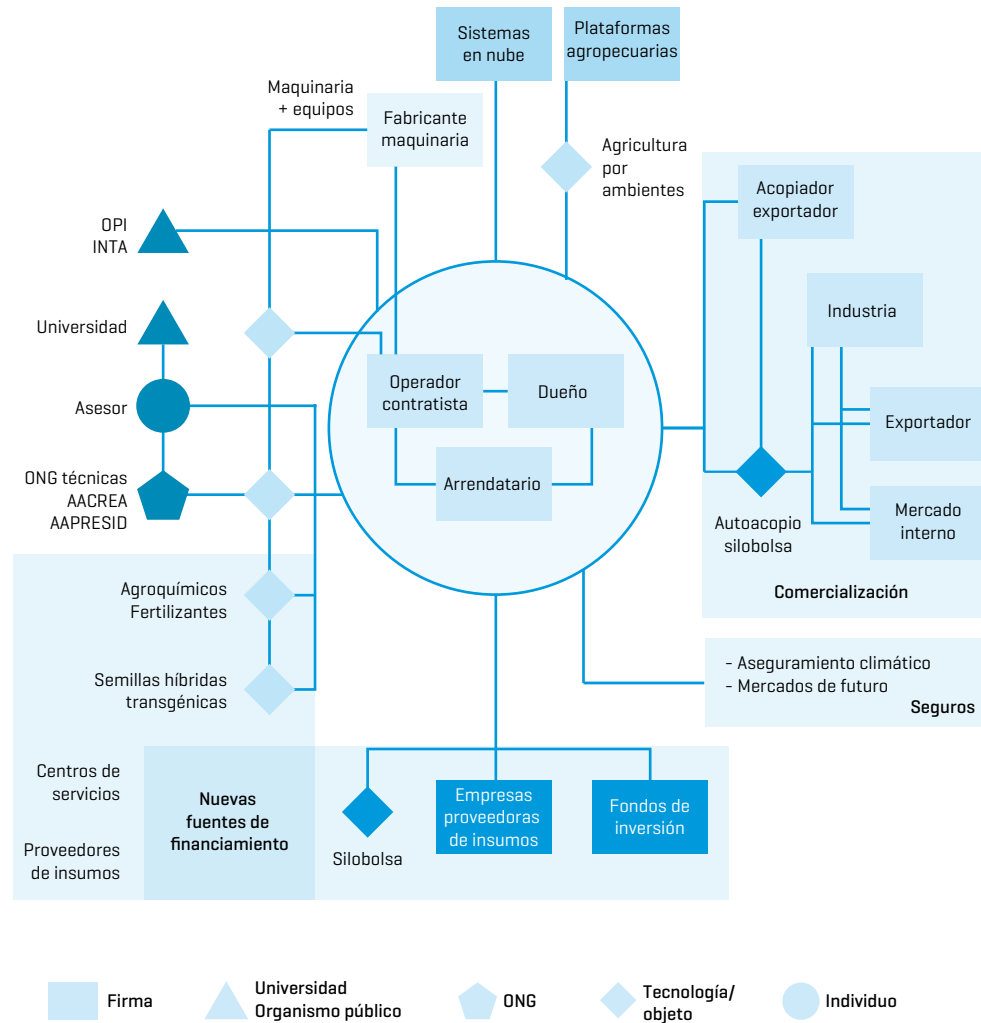
Si bien la forma de organización tradicional de la empresa agropecuaria no ha desaparecido completamente, se encuentra en retirada por su baja productividad. Por lo tanto, convivieron dos tipos de SST con una diversidad de estrategias: las estrategias defensivas de las pequeñas explotaciones sin capacidad de aprendizaje y las estrategias expansivas de los nuevos productores dinámicos basadas en la incorporación de nuevas tierras bajo contratos de arriendo que estabilizaron la separación entre la propiedad de la tierra y la capacidad de gestionar las actividades productivas. Esta tendencia provocó el aumento de la escala promedio de las explotaciones, que ascendieron de 13 mil a 300 mil hectáreas sembradas por año, y la deslocalización de las sedes de las empresas agropecuarias. Concomitantemente, se separó el lugar donde se desarrolla la producción del lugar donde se concibe y ejecuta la estrategia de negocios.

La sociotécnica de la producción agropecuaria en red fue resultado de la construcción iterativa de productores capaces de asegurar la mejora de la productividad sobre la base de la producción de información y la aplicación y producción de conocimiento, fueran dueños o no de la tierra. También el nuevo SST incorporó la renovación tecnológica permanente de las flotas de maquinaria agrícola mediante la tercerización de actividades no centrales, lo que constituyó la aparición de un nuevo actor, el contratista.

El principio organizativo de la nueva empresa agropecuaria es la capacidad de coordinación de una red de contratos –formales e informales– de servicios con los diferentes nodos de la red (figura 2): dueños de las tierras que arriendan, contratistas que ejecutan las operaciones de siembra y cosecha, proveedores de insumos y ONG técnicas. Si bien es materia de debate, el nuevo SST cambió la estructura social del mundo rural, llevando lógicas del orden social secularizado propio de grandes medios urbanos a los pueblos rurales de la pampa húmeda. Las nuevas relaciones técnicas de producción generadas por la disolución de la unidad tierra-conocimiento, el desacoplamiento entre la propiedad de la tierra y la capacidad de gestionar rompieron el orden estamental rural.



Figura 2 Sistema sociotécnico de producción agropecuaria en red de servicio



Fuente: Elaboración propia con base en Bisang *et al.* (2008).

Estas tendencias de cambio tuvieron impacto sobre la sociedad: “Antes solo era productor quien era hijo de estanciero o de chacarero; hoy puede serlo un ingeniero agrónomo hijo de un obrero. El modelo generó una democratización del acceso y facilitó la movilidad social”.<sup>6</sup> El cambio social tuvo efecto también en las formas de participación. La búsqueda de soluciones a problemas locales, empresariales y técnicos, que también son subsidiarias de la emergencia de una nueva identidad agropecuaria, dio lugar a que se abran espacios de creación y expansión de las organizaciones de la sociedad civil. Estas organizaciones tuvieron un rol fundamental en la difusión de las tecnologías y prácticas tecnológicas, y constituyeron nuevos actores sociales que se legitimaron por fuera del sistema político construyendo conocimiento técnico y representando valores de la sustentabilidad productiva. El SST de la producción agropecuaria en red de servicios se coordina por relaciones entre diferentes actores (empresas, individuos, asesores, instituciones de ciencia y tecnología, ONG técnicas, organizaciones gremiales, proveedores de insumos y tecnología, etc.) orientadas al logro de objetivos comunes.

La agricultura pampeana tiene tres tipos de redes en funcionamiento en forma solapada. Según la tipología de redes de Powell y Grodal (2005), existen dos redes de innovación típicas. Por un lado, la red logística de contratos de producción que siguen fines comerciales explícitos en períodos fijos, habitualmente de duración anual. Por otro lado, redes laxas e informales que dependen de un *ethos* compartido que van más allá de las operaciones comerciales y se orientan a compartir conocimiento y experiencias profesionales, y difundir innovaciones. De esta forma, constituyen un corpus institucional sostenido por una red de organizaciones públicas y privadas que declaran misiones y planes de acción coherentes con ese corpus. Estas redes de conocimiento pueden ser más o menos abiertas, homogéneas o heterogéneas; sus lazos pueden ser fuertes o débiles (Lengyel y Bottino, 2011). Si las redes de conocimiento son homogéneas, con relaciones densas y cerradas, de difícil acceso, que requieren de titulación como las comunidades profesionales, o de investigación vinculada con universidades, se identifican con comunidades de práctica tecnológica (Powell y Grodal, 2005). La incubación de cambios de largo plazo, por el contrario, se pone en juego en las redes informales. Su tejido se construye por objetivos comunes reflexivos y conscientes de defender bienes públicos, como la sustentabilidad medioambiental y económica o la continuidad de la empresa familiar, aspectos que definen el desarrollo

<sup>6</sup> Entrevista a Gustavo Grobocopatel, agosto de 2014.

institucional en el tercer sector. En esta red los límites entre lo agrario, lo industrial y los servicios (de tercerización, técnicos y financieros) son poco nítidos e imprecisos.

En las redes de contratos los logros comunes están atados a motivaciones económicas, ya que en la producción agropecuaria cada nodo en particular depende del éxito de la red en su conjunto, dado que los contratos suelen repartir riesgos entre las partes tanto en términos físicos como en porcentajes de los rendimientos, incluso ante la incertidumbre tecnológica presentada por la adopción de una innovación. Pero muchas veces las redes de contratos se solapan con las redes de proyectos. Estas redes informales (sin contratos), a diferencia de las comunidades, asocian a personas y organizaciones diversas con diferentes tradiciones, son más laxas que las anteriores, no requieren de largos períodos de prueba, están abiertas a las novedades y oportunidades de manera rápida y expeditiva, y permiten resolver problemas en forma práctica para realizar pruebas de conceptos.

### **Instituciones de la plataforma productiva innovadora**

El capital intelectual colectivo del sector agrícola que cerró el rompecabezas de la informatización se acumuló a partir del resguardo y la organización de conocimientos tácitos y codificados en instituciones tanto públicas como de la sociedad civil. Desde su respectiva fundación en 1956 y 1957, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Movimiento CREA crecieron sistemáticamente entre los años 1960 y 1980 y dieron lugar a la profesionalización de los productores y asesores, impulsada por el crecimiento de las carreras universitarias de agronomía y la investigación agronómica aplicada. En la década de 1990 las instituciones de la sociedad civil emergieron como actores institucionales clave en la difusión del núcleo del SST. El intercambio de información que promovieron conformó un tejido de una institucionalidad blanda o lenta, que permitió la generación de conocimiento arraigado y la difusión completa de nuevos sistemas productivos. Las instituciones blandas han sido las productoras de sentido de los procesos de desarrollo (Portes, 2007). Dado que los agentes emprendedores requieren de nuevos repertorios de habilidades –nuevas reglas arraigadas–, las instituciones, además de dar certidumbre y previsibilidad mediante normas de roles conocidos, también son portadoras de nuevos “paquetes” de capital cultural, que se acumulan mediante el desarrollo

de nuevas habilidades que apuntalan el diseño e implementación de marcos normativos alternativos. Estas nuevas normas se institucionalizan al calor del cambio de las prácticas tecnológicas y del entorno técnico (Constant II, 1980).

En tanto el institucionalismo duro de la economía *mainstream* define instituciones como normas y valores –por ejemplo, los derechos de propiedad– y organizaciones con fines públicos –por ejemplo, escuelas, iglesias o agencias estatales–, la perspectiva “densa” o blanda del neoinstitucionalismo (*thick institutionalism*) incorpora una tercera acepción de instituciones como el espacio de creación de nuevas conductas, habilidades, roles y normas (Portes, 2007).

La institucionalización del “productor agropecuario” como nuevo actor social en entornos menos conservadores emplazó una nueva figura frente a la tradición del “patrón” o el más formal “estanciero”. Con un perfil fuertemente agrícola utilizó en forma creciente el genérico “productor”, que surgió ante la imposibilidad de seguir nombrando los antiguos pequeños actores de las actividades agrícolas como “arrendatario” o “chacarero”. Luego, con el crecimiento gigantesco de estos actores y su conversión de pymes a multinacionales del agro, se sumaron nuevas identidades creadas en los medios de comunicación para identificar el fenómeno del perfil más visible.

La nueva institucionalidad “blanda” no solo identificó a los pioneros sino también a sus organizaciones colectivas. Las nuevas instituciones derivadas de la acción emprendedora tuvieron un rol determinante en cuestiones mucho más perennes que los contratos. Marcaron nuevos límites a las estructuras de poder. Al crear nuevas formas de acción y estructurar su campo de práctica establecieron núcleos de conocimiento, lugares de enunciaci3n, espacios comunitarios de acumulaci3n de conocimiento arraigado, todos factores fundamentales para procesar localmente la importaci3n o transferencia de tecnolog3a y seleccionar o reconfigurar los paquetes tecnol3gicos de acuerdo a los requerimientos dom3sticos (Artopoulos, 2016a).

El proceso de profesionalizaci3n se inici3 por la proliferaci3n de instituciones estatales surgidas entre 1956 y 1974. En este per3odo, primero con la creaci3n del INTA y luego la creaci3n de carreras de ingenier3a agron3mica en universidades nacionales del interior de

la región pampeana (cuadro 1), contribuyeron a incrementar el volumen de profesionales agrónomos y modificar a partir de la década de 1980 el perfil del productor y del asesor. De ser una profesión de élite entre la década de 1960 y la de 1970, se convirtió en una profesión accesible a la clase media que permitió el incremento del conocimiento de la empresa agropecuaria, la experimentación aplicada y la aparición de actividades de naturaleza emprendedora entre investigadores y productores, colaborando en la migración del rol de patrón al de productor (Portes, 2007).

**Cuadro 1 Instituciones estatales de investigación y desarrollo agropecuario en la región pampeana [1883-1980]**

<b>Año</b>	<b>Sigla</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ciudad y provincia</b>
1883	UNLP	Universidad Nacional de La Plata	La Plata, provincia de Buenos Aires
1890	UBA	Universidad de Buenos Aires	Ciudad de Buenos Aires
1956	INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	Varias pero centralizado en Castelar, provincia de Buenos Aires
1959	UNLPam	Universidad Nacional de la Pampa	Santa Rosa, La Pampa
1960	UNMDP	Universidad Nacional de Mar del Plata	Mar del Plata, provincia de Buenos Aires
1964	UNVM	Universidad Nacional de Villa María	Villa María, provincia de Córdoba
1966	UNC	Universidad Nacional de Córdoba	Córdoba Capital, provincia de Córdoba
1967	UNR	Universidad Nacional de Rosario	Rosario, provincia de Santa Fe
1972	UNRC	Universidad Nacional de Río Cuarto	Río Cuarto, provincia de Córdoba
1973	UNLU	Universidad Nacional de Luján	Luján, provincia de Buenos Aires
1973	UNL	Universidad Nacional del Litoral	Santa Fe Capital, Santa Fe
1973	UNICEN	Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires	Tandil, Olavarría y Azul, provincia de Buenos Aires
1974	UNS	Universidad Nacional del Sur	Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires
1974	UNER	Universidad Nacional de Entre Ríos	Paraná, provincia de Entre Ríos

Fuente: Elaboración propia con base en CONEAU e INTA.

La transición del SST que atravesó la difusión de innovaciones y la acumulación de conocimiento no fue lineal. Los actores institucionales fueron surgiendo de la misma “cantera” de instituciones universitarias públicas de ciencia, tecnología o educación superior, producto de la institucionalización de prácticas de investigación aplicada y el pionerismo en la búsqueda de nuevas soluciones. El caso de Grobocopatel<sup>7</sup> muestra el salto generacional que produjo el acceso a los estudios universitarios de calidad y el rol fundamental que cumplieron las instituciones de educación en el proceso de profesionalización y la transición del SST, proveyendo acceso a una tradición de práctica, a sus objetos de conocimiento y a la red social de expertos e iniciados.

El desarrollo de la siembra directa<sup>8</sup> durante los años setenta y ochenta fue producto de la difusión de las ideas de movimientos *grassroots*, de raíz conservacionista, entre los académicos de la agronomía y un grupo de productores preocupados por los problemas de erosión del suelo.<sup>9</sup> Como dato que sirve de antecedente, el proceso de intensificación agrícola entre las décadas de 1950 y 1970 tuvo consecuencias negativas sobre los suelos (Alapin, 2008). La creciente erosión y la consecuente incidencia en la productividad de los cultivos por pérdida de materia orgánica y humedad justificaron la experimentación con la siembra directa; al mismo tiempo, planteó problemas de desarrollo y adaptación de esta tecnología a la realidad agroecológica pampeana, destacándose principalmente el control de malezas y la implantación de semillas. La etapa de experimentación tuvo lugar en las iniciativas de investigadores de las Estaciones Experimentales Agrícolas del INTA en Pergamino y Marcos Juárez.<sup>10</sup>

A comienzos de la década de 1980 se creó el Proyecto de Agricultura Conservacionista en el INTA. Sin embargo, desde 1985 los pioneros optaron por seguir sus actividades al margen del Estado y fundaron la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa (AAPRESID) en 1989. La creación de organizaciones de la sociedad civil puede ser asociada tanto con la experiencia represiva de los años de la dictadura militar como con la debilidad del Estado de continuar sus planes. Pero también es una repercusión tardía en la Argentina del proceso de emergencia de las instituciones de la sociedad civil iniciado en la década de 1970.

<sup>7</sup> Gustavo Grobocopatel se graduó de ingeniero agrónomo por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires en 1984. Una vez recibido continuó su actividad en la universidad en la cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, desde la que ejerció la docencia e investigó durante ocho años tras realizar estudios de posgrado en Estados Unidos. De esta forma se interiorizó en profundidad en las nuevas técnicas de manejo de suelos que no estaban difundidas todavía en la Argentina. Dicha experiencia de enseñanza e investigación profundizó su formación y lo introdujo en una comunidad de práctica tecnológica: “[en la cátedra] tuve acceso a tipos que eran más *senior* que yo. Mamé de ellos no solamente el conocimiento de una clase teórica sino también de convivir con ellos, del trabajo junto a ellos. De mi especialidad que eran los suelos pero también en otros temas” (entrevista a Gustavo Grobocopatel, agosto de 2015).

<sup>8</sup> La siembra directa es una técnica de cultivo que, a diferencia de la práctica previa de roturación del suelo, deja los rastrojos del cultivo anterior sin un movimiento importante del terreno y planta la semilla sin alterarlo, con la posibilidad de ajustar las condiciones de siembra a las características agronómicas de los lotes implicados. Como tal, representa un cambio de alcance paradigmático en materia de siembra, ya que permite incrementar la cantidad de agua que se infiltra en el suelo, la retención de materia orgánica y la conservación de nutrientes en la tierra, reduciendo en consecuencia el riesgo de erosión. También permite reducir los costos de laboreo y aumentar la productividad. Los pioneros de la siembra directa en la Argentina fueron los investigadores Rogelio Fogante, decano de la Facultad de Agronomía de la UNR, Víctor Trucco y el productor Jorge Romagnoli. Sembraron los primeros lotes en la campaña 1978-1979. Hoy, la Argentina se encuentra en los primeros lugares a nivel global de la superficie sembrada con esta técnica, alcanzando casi el 90% del total en el caso de cereales y oleaginosas.

<sup>9</sup> Como dato anecdótico pero evidencia de este proceso, Jorge Molina, profesor de la Universidad de Buenos Aires, divulgador de la siembra directa en la Argentina, tradujo *La insensatez del agricultor*, libro de referencia. Invitó a la Argentina al investigador agrónomo norteamericano Hugh Bennett, pionero de la investigación de la erosión del suelo que influyó el desarrollo de una corriente conservacionista (entrevista a Gustavo Grobocopatel, agosto de 2015).

<sup>10</sup> El INTA fue uno de los organismos estatales más controlados y reprimidos por la dictadura militar (1976-1983). Más de 800 trabajadores del INTA fueron cesanteados, entre ellos el pionero de la siembra directa Rogelio Fogante. Durante esta etapa de experimentación hubo tanto reuniones dentro del INTA Marco Juárez como actividad fuera del organismo por efecto de la represión. Fogante siguió el desarrollo fuera de la institución.

La solución a diversos problemas técnicos convocó a la conformación de redes de proyectos que además de productores e investigadores conservacionistas comprometió a proveedores de insumos y fabricantes de sembradoras. Los primeros ensayos tuvieron el apoyo de la empresa Duperial, proveedora del producto Gramoxone, clave para resolver el cuello de botella del combate de las malezas. El dinamismo del sector de maquinaria agrícola se puso en juego con diseños originales de sembradoras especialmente adaptadas para trabajar en el suelo irregular, cubierto con restos vegetales que pudieron responder a las necesidades de esta técnica. Fabricantes de sembradoras como Agrometal, Migra, Gherardi y Schiarre realizaron modificaciones para lograr sembrar sobre el suelo cubierto con rastrojo, por ejemplo, con los abresurcos a la cuchilla ondulada y la barra portaherramientas de la sembradora de grano grueso en tren (Lengyel y Bottino, 2011).

La etapa de despegue estuvo caracterizada por fricciones y resistencias de parte de los productores tradicionales, ya que la disrupción propuesta por la siembra directa puso en tensión los supuestos de las comunidades de práctica normales. La eliminación del arado, propuesta central de la labranza cero, fue percibida como una amenaza radical a la integridad de las tradiciones. Así lo relatan los pioneros de la siembra directa: “Fue toda una ruptura, porque el símbolo de la agricultura era arar la tierra desde hacía miles de años” (Jorge Romagnoli). “Muchos nos menospreciaban, otros nos decían que estábamos locos, pero nosotros nos estábamos dando cuenta que la agricultura con labranza pagaba un alto costo porque se destruía mucha materia orgánica” (Víctor Trucco). “Los que miraban de afuera decían que el arado era insustituible, pero después veían los resultados, sobre todo con la humedad, y se animaban” (Luis Giraudo).

Además de la batalla cultural ante las comunidades tecnológicas agropecuarias normales y la llegada de la siembra directa a la agenda pública de la agricultura argentina, el período del despegue estuvo regido por la resolución de la viabilidad económica de la siembra directa. Esta viabilidad se alcanzó una vez resueltos problemas técnicos centrales, uno de los cuales fue el lanzamiento en la Argentina del glifosato, herbicida no selectivo sistémico, de marca comercial Round-Up de Monsanto en 1980 (Constant II, 1987). Este herbicida fue el primer efectivo complemento de la siembra directa, la pieza del rompecabezas técnico que hacía falta. La compañía Monsanto fue promotora de la siembra directa durante esta etapa

de despegue ya que generaba un mercado objetivo de volumen para su producto. Pero en los primeros años de comercialización de este herbicida los altos precios –40 dólares el litro– no hacían posible la difusión de la siembra directa como un modelo de negocios viable. El problema del precio recién se resolvería con el lanzamiento de la soja RR, ya que ambos mercados combinados provocaron la caída del precio en 2005 a 2,35 dólares el litro, debido a la concurrencia de todas las compañías proveedoras de agroquímicos.

Adicionalmente, la siembra directa posibilitó la agricultura en zonas fronterizas de la zona pampeana, zonas con problemas de erosión y, por ende, de fertilidad, lo que permitió la viabilidad de la producción agrícola en esas áreas a costos aceptables.

No obstante los beneficios asociados a la práctica de siembra directa, el inicio de su difusión masiva no se dio sino hasta principios de la década de 1990, cuando la confluencia de los problemas de erosión de suelos, el aumento de los costos operativos y la accesibilidad económica a los herbicidas no selectivos permitieron un control de malezas más efectivo e hicieron de la siembra directa una tecnología económicamente viable. La difusión se inició entre los productores medianos a grandes, quienes podían solventar los costos, contratar expertos y tomar riesgos en comparación con los productores chicos sin conocimiento. Durante este proceso, “...el suelo no fue más el suelo, sino un laboratorio móvil”. La agricultura se volvió una actividad sofisticada, profesional y de conocimiento tecnológico aplicado a cada contexto (Alapin, 2008; Trigo *et al.*, 2009). A 25 años de la fundación de AAPRESID,<sup>11</sup> la entidad que formaron los productores agrícolas para impulsar la siembra directa en la Argentina, puntualiza los beneficios más importantes de su adopción y difusión, y destaca varias de las innovaciones a las que dio lugar. Entre ellos destaca como el más importante la denominada soja de segunda; esto es, la posibilidad de sembrar este cultivo en el mes de diciembre, inmediatamente luego de cosechar el trigo, posibilidad que incrementó notablemente la productividad agrícola.

A tal fin, AAPRESID en su período fundacional (1989-1995) organizó congresos anuales a los cuales asistía la comunidad de expertos en siembra directa. En estos congresos los expertos compartían sus experiencias, un bien público gestionado por esta organización del tercer sector, ya que tanto el Estado como las empresas privadas no habían podido liderar su construcción: “En siembra directa no había desarrollo tecnológico, porque el INTA no

<sup>11</sup> AAPRESID se fundó en 1989 como una organización agropecuaria de carácter técnico no gremial cuyo principal objetivo fue el desarrollo y la difusión de la siembra directa. Los miembros fundadores de AAPRESID fueron sobre todo pequeños y medianos productores, investigadores y asesores técnicos. La organización se focalizó en la difusión y el intercambio de información en relación con las prácticas de labranza cero. Nacida de valores conservacionistas propios de los movimientos verdes posindustriales, se creó como una institución abierta con el objetivo de integrar a representantes de todos los grupos de interés. La nueva institución creció muy rápidamente, pasando de pioneros en la aplicación de la siembra directa a impulsar su difusión masiva y abierta. Véase <[www.fyo.com/noticia/142332/pioneros-siembra-directa-argentina](http://www.fyo.com/noticia/142332/pioneros-siembra-directa-argentina)>.



se había metido, la universidad tampoco. Fue una tecnología que nació de los productores y después cuando vieron que andaba vinieron los investigadores a vernos. [...] En el CREA de Saladillo empezamos con este tema primero y después lo adoptaron todos los centros regionales [...] Lo que instrumentamos en AAPRESID lo llevé a Los Grobo después” (Gras y Hernández, 2016).<sup>12</sup>

Ostrom (2002) señala que el gobierno de los bienes comunes es producto de la evolución de las instituciones de acción colectiva. El problema de sobreexplotación de los recursos comunes planteado por Garrett Hardin, conocido como la “tragedia de los comunes”, puede resolverse cuando se construyen arreglos institucionales y contratos entre los interesados con los cuales se autoorganizan, y esto da como resultado la explotación de los recursos comunes de manera sostenible. La acción colectiva señalada por Ostrom describe la iniciativa de los productores involucrados en el tándem AAPRESID-AACREA.

La viabilidad económica del nuevo SST ocurrió cuando los grupos CREA (Consortios Regionales de Experimentación Agrícola),<sup>13</sup> oficiando como vehículos de difusión, constituyeron nodos de las redes de proyectos que extendieron el alcance de la experiencia y el conocimiento aplicado de la siembra directa sobre organizaciones profesionales, más grandes y con gestión de la información.<sup>14</sup> Los vínculos entre los actores de la red fueron creando lenguajes y códigos comunes forjados a partir del cambio de paradigma agrícola. En este sentido, un concepto clave surgido de los grupos CREA fue el de “tranqueras abiertas”, que señala el valor y la forma de compartir el conocimiento agropecuario. Estos lazos de confianza hicieron que cada nodo de la red encontrara conveniente cumplir con sus objetivos particulares a la vez que se compartía los objetivos comunes de la red (Castells, 1996).

Los grupos CREA, en consecuencia, actuaron de plataforma institucional de difusión de las tecnologías para productores medianos a grandes. Aun cuando fueron cambiando su forma de organización a lo largo de su historia, hay patrones que se mantuvieron constantes. Sintéticamente, se trata de grupos de trabajo formados por productores agropecuarios medianos y grandes que tienen por objetivo fomentar el desarrollo técnico, la administración y la gestión de los recursos humanos para coordinar más eficientemente la empresa agropecuaria. A diferencia de AAPRESID, en CREA se encuentra además del valor

<sup>12</sup> AAPRESID recibió el 5 de diciembre de 2017 en Roma el premio Glinka World Soil Prize, que otorga la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en el marco de la Alianza Mundial por el Suelo. Véase <[www.lanacion.com.ar/2088672-por-primera-vez-la-fao-premio-a-aapresid](http://www.lanacion.com.ar/2088672-por-primera-vez-la-fao-premio-a-aapresid)>.

<sup>13</sup> AACREA se refiere al nombre de la asociación civil y CREA es el nombre con el que se identifican como organización. De aquí en adelante se utilizará, según corresponda, las denominaciones CREA o grupos CREA.

<sup>14</sup> Entrevista a Fernando Solari, noviembre de 2005.

de la sustentabilidad medioambiental y la sustentabilidad de la empresa familiar, la ayuda a los miembros en esquemas productivos y en aspectos administrativos y comerciales. Es por eso que CREA fue clave para la difusión de innovaciones de gestión y de las TIC entre la población de productores agropecuarios.

## **Informacionalización del trabajo agropecuario**

Tal cual se adelantara en la introducción, en esta sección se describen las características de la informacionalización del trabajo agropecuario con el objetivo general de identificar y analizar los nuevos perfiles de trabajo agropecuario emergentes a partir del uso intensivo de las TIC en las nuevas configuraciones productivas.

En este sentido, el inicio de la transformación del trabajo agropecuario debido a la introducción de las TIC data de mediados de la década de 1990 cuando se introdujeron conjuntamente internet y la telefonía celular. A partir de ese momento la informatización de la empresa agropecuaria recorrió los estadios normales de cualquier empresa, complejizando en forma creciente la captura de datos y el procesamiento de la información; entre las tendencias de cambio principales se encuentra el aumento del trabajo administrativo y analítico (del conocimiento). Sin embargo, no es sino hasta comienzos del milenio que despegó la adopción de la AP. Se estima, de acuerdo a datos del INDEC, que entre 2006 y 2014 la cantidad total de puestos de trabajo en el sector agropecuario pasó de 306 mil a 348 mil. Esto significó que se invirtiera la relación de trabajadores en el campo y en la oficina de la ciudad ligados a la producción agrícola.

Por un lado se verifica un aumento considerable de los puestos asociados a la creciente complejidad de la organización de la tercerización y provisión de servicios –varios de ellos conocimiento-intensivos–: gerentes de producción, coordinadores logísticos, analista de inteligencia de negocios, *traders* y, por supuesto, la creación de áreas de sistemas con sus gerentes y técnicos. El proceso de informatización incrementó también la proporción de trabajadores administrativos y analistas especializados en las oficinas ubicadas en ciudades. Este aumento de la fuerza de trabajo desde 1995 a la actualidad –producto de los aumentos de productividad y del paradigma tecnológico de producción agrícola– se dio,

por otro lado, en un contexto de cierto balance neutro de los trabajadores en el campo, debido a que la reducción de la cantidad de trabajadores rurales por la mecanización fue un proceso anterior que tuvo lugar en las décadas de 1950 y 1960.<sup>15</sup>

La vanguardia de la adopción de TIC y de su ensamble en el SST estuvo constituida por los grandes productores dinámicos que rápidamente ganaron escala mediante los contratos de alquiler o arriendo. El mayor volumen de producción basado en contratos anuales de arriendo implicó la incorporación de sistemas de gestión complejos de producción y la aplicación con modelos de simulación de riesgo para evaluar los pronósticos de rentabilidad de los arriendos. Aquellos dueños de campos medianos o pequeños –menos dinámicos, sin capital ni escala ni conocimientos– optaron por el alquiler a estas operadoras. Las operadoras a su vez resolvieron mitigar la demanda de capital para la expansión de su negocio y reducir la complejidad de la gestión de grandes operaciones compartiendo el riesgo con los contratistas rurales, pequeñas y medianas empresas familiares, que se especializaron en la gestión de flotas de maquinaria agrícola dedicadas a las tareas de laboreo, siembra y cosecha cubriendo todo el territorio. Esto movilizó tanto capitales locales como fondos de inversión extranjeros, entre los cuales se destacó Cresud, del inversionista George Soros.<sup>16</sup> Este proceso terminó constituyendo en la Argentina un grupo de “súper productores agrícolas”, un nuevo fenómeno representado por empresas como Los Grobo –que había sembrado 120 mil hectáreas en 2010–, Cresud (215.000 ha), Adecoagro (350.000 ha) o El Tejar. Estas superproductoras, vulgarmente denominadas “pools de siembra”, fueron el “animal” organizacional más grande: las Empresas de Producción Agropecuaria (Anlló *et al.*, 2015).

El uso de las TIC aplicadas a la producción agrícola se inició gracias a la expansión de la escala de la empresa agropecuaria, una vez incorporada la permanente búsqueda de ganancias en productividad, en particular en las empresas medianas cuya estrategia fue reducir riesgos de carga de capital. Pero también gracias al recambio generacional en el timón de las empresas familiares con el consiguiente contraste en los estilos de gestión de dos generaciones de productores. Los productores de la nueva generación, recién egresados de sus carreras de Ingeniería Agronómica a mediados de los años ochenta, accedieron al contacto con las herramientas informáticas en las universidades –como el uso

<sup>15</sup> Entrevista a Gustavo Grobocopatel, agosto de 2015.

<sup>16</sup> En 1995 se lanzó el primer fondo de inversión en agricultura: el Fondo Agrícola de Inversión Directa.

de planillas de cálculo en *notebooks*– y abrazaron a principios del nuevo milenio la telefonía celular. Con el acceso a recursos humanos formados pudieron implementar el nuevo modelo de producción a escala con un esquema de inversión “liviano”: “Por ahí mi padre siempre fue partidario de invertir excedentes en activos fijos (campos, por ejemplo). En nuestro caso, los excedentes fueron invertidos en tecnologías y activos más *soft* [recursos humanos, nuevas formas organizacionales, etc.] y en construir una compañía más *light* en activos”.<sup>17</sup> De manera que si la estrategia de la empresa agropecuaria era crecer en volumen de producción sobre la base de contratos, la adopción de sistemas de gestión de la producción fue la primera vía hacia la informacionalización. La implementación de tecnología de información no solo se explica por la reducción de la complejidad de la gestión de la escala, también reduce riesgos de la operación comercial en la medida en que agrega sincronización en línea de dichas operaciones con las aplicaciones en la nube.

Otro incentivo para la incorporación de estos sistemas fueron las estructuras de gerenciamiento de la producción en las cuales se compartían ganancias y riesgos: con ingresos variables, según los resultados obtenidos, recibían un porcentaje de la producción. Estos esquemas de ingresos, variables para los mandos medios, se dieron en particular en las empresas superproductoras. A esto se sumaban premios por seguimiento de los procesos y la transmisión a tiempo de la información del manejo de los lotes. Disponer de un sistema de información confiable en funcionamiento era del interés no solo de los dueños de las empresas sino también de toda la línea gerencial e inclusive de los empleados.

Las soluciones informáticas que se fueron adoptando en las empresas agropecuarias vanguardistas se pueden dividir en tres etapas. La primera en la década de 1990 –ya presentada aquí–, que se caracterizó por soluciones de la microinformática, desde el uso de planilla de cálculo hasta las bases de datos sincronizadas por internet en el campo, así como la introducción de los sistemas de gestión empresarial cliente-servidor especializados en la actividad agrícola (ERP) y los administradores de procesos de negocios (BPM, por sus siglas en inglés). Estas tecnologías coincidieron con la telefonía móvil analógica: “Se valorizaron mucho las nuevas maneras de mantenerse comunicados, especialmente a través de la telefonía celular”.<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Entrevista a Gustavo Grobocopatel, agosto de 2015.

<sup>18</sup> Entrevista a Gustavo Grobocopatel, agosto de 2015.

En la primera década del nuevo milenio –segunda etapa–, se sofisticó el procesamiento con el despliegue de sistemas *state-of-the-art* de producción agrícola, que se integraron con sistemas de relacionamiento con los clientes (CRM, por sus siglas en inglés), sistemas de información geográfico (GIS, por sus siglas en inglés), plataformas de comercio electrónico (*e-commerce*) entre empresas, herramientas de inteligencia de negocios y soluciones para compartir información a través de intranet con los trabajadores.

La tercera etapa abarca desde 2012 hasta hoy, donde encontramos los primeros proyectos corporativos de plataformas en la nube. Tanto en AP y por ambientes, la integración de sistemas empresariales CRM, ERP, *business intelligence* con la nube mediante “apps” móviles y webs, y la implementación de la IoT, sensorizando el campo, permitió el acceso a datos en tiempo real de humedad del suelo, *stocks* de insumos o información meteorológica.<sup>19</sup>

## Perfiles laborales consolidados

Como dijimos, la informacionalización del trabajo agropecuario aumentó la proporción de trabajadores administrativos y analistas especializados en las oficinas de las ciudades. Aparecieron nuevos puestos gracias a las estructuras novedosas de redes de servicios: los gerentes de producción, con sus equipos de asistentes *junior*, los coordinadores logísticos de las flotas de sembradoras, cosechadoras y camiones de transporte de granos, los analistas de inteligencia de negocios, *traders*, entre otros. En todos estos casos se requirieron perfiles capaces de procesar información y de gestionar procesos formales de creación de conocimiento: un trabajador autónomo con capacidades de ser flexible a los cambios permanentes del entorno de la red de servicios, dispuesto al monitoreo permanente de dicha red y con el hábito de acumular conocimiento complejo tanto tácito como explícito.

Los nuevos perfiles laborales en crecimiento fueron vanguardia en un entorno de trabajo de creciente complejidad productiva, logística y comercial. En algunos casos, además de utilizar las herramientas estándar de la informática empresarial, se incorporaron dispositivos especializados desarrollados por equipos de investigación en la universidad, como fue el caso de los simuladores de riesgo. Es por eso que con estas herramientas se inició hace veinte años el proceso de hibridación transdisciplinaria de los perfiles de

<sup>19</sup> Entrevista a Gustavo Grobocopatel, agosto de 2015.

profesionales agrónomos, que en la actualidad se está desplazando hacia nuevos perfiles como los informáticos-agrónomos o los electrónicos-agrónomos, producto de la experimentación con IoT, drones y “apps” en la nube.

Los gerentes de producción –un perfil central de la agricultura en red de servicios–, además de gestionar su zona, tenían la actividad clave de buscar campos, evaluar los riesgos y la factibilidad económica de los posibles contratos, estimar la producción futura y negociar los alquileres en los meses de noviembre y diciembre. La tecnología desarrollada para tomar decisiones de arriendo fueron los modelos de simulación agronómica para cuantificar el riesgo del portafolio de zonas, cultivos y manejos. Estos modelos predicen la producción de los campos en la siguiente campaña de manera que permiten establecer de forma más rápida y objetiva si los valores del alquiler de los campos en diferentes zonas son razonables o no.<sup>20</sup> Este ejemplo muestra cómo funciona la colaboración en red para el desarrollo de tecnologías en las PPI (figura 3).

Se cargan los datos de las hipótesis de trabajo, fecha de siembra de un material genético X, con control de malezas de una manera Y, y se comparan las diferencias entre los resultados. No es predictivo de valores absolutos futuros pero sí es certero en la comparación de diferentes hipótesis. El simulador no reemplaza el criterio profesional, solo lo orienta para tomar decisiones más y mejor informadas. El uso de simuladores también se puso en práctica en la cría de bovinos, porcinos, aviares y en la explotación de tambos.<sup>21</sup>

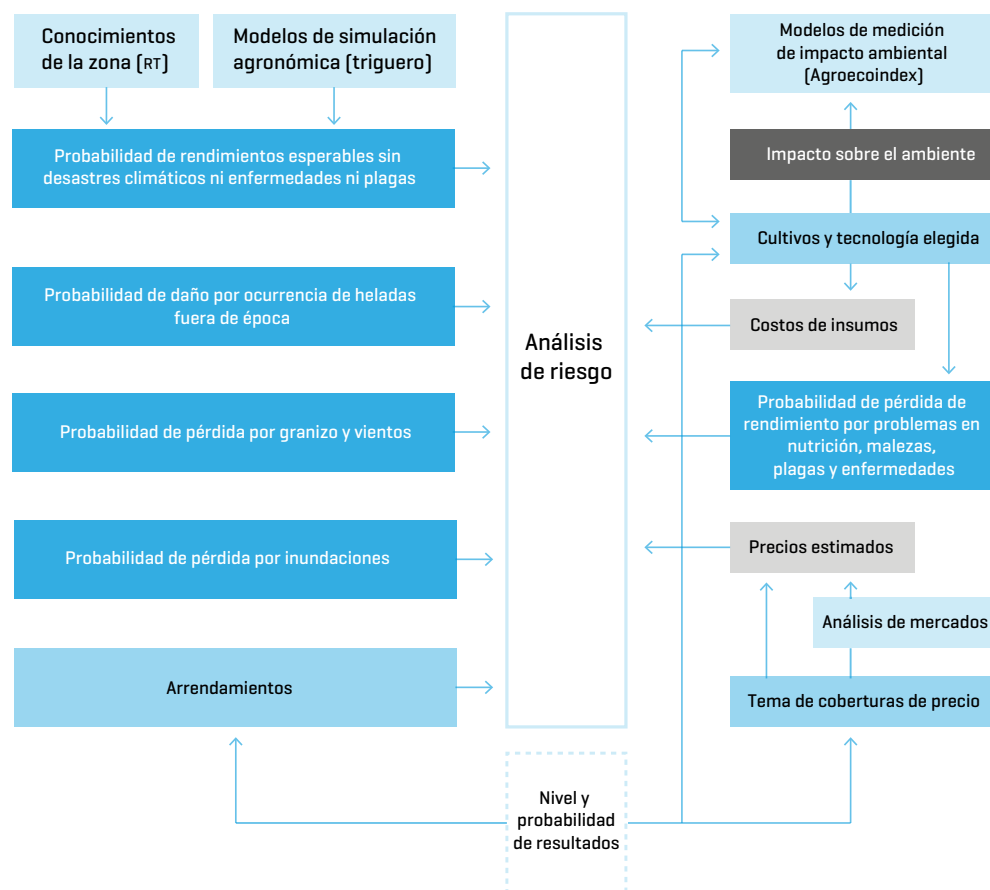
En resumen, dado que la vanguardia de la adopción la llevaron las empresas superproductoras, la informacionalización del trabajo agropecuario ha avanzado en la medida en que unidades productivas más pequeñas fueron consolidando el nuevo paradigma tecnoeconómico en sus operaciones implementando tres aplicaciones complejas de las tecnologías de la información: I) la gestión de los procesos de producción ERP, BPM y tablero de control; II) la optimización de los procesos críticos a través de modelos de simulación de riesgo y III) el monitoreo y la identificación vegetal a través de la AP.

Si bien la AP inició su difusión a partir de la campaña 1996/1997 con una primera adopción de banderilleros satelitales (Bragachini *et al.*, 2005), no ha alcanzado la masividad de las tecnologías de la información señaladas en los puntos I) y II). En la Argentina, el INTA

<sup>20</sup> El origen de esta tecnología fueron los proyectos de investigación y desarrollo para la construcción de esos modelos de la Cátedra de Cereales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, en colaboración con otros actores. El algoritmo se validó con la asistencia de los responsables técnicos de las diferentes empresas, quienes encuentran los problemas y se los pasan al grupo de investigación coordinado por CREA para que sean incluidos en el algoritmo. De esta forma, se validan los modelos de simulación mediante ensayos para correlacionarlos con lo que expresa el modelo. Toda la información de los ensayos es pública y es entregada a todos los que participan, pero no el desarrollo de las simulaciones, que está limitado a las empresas participantes (véanse convenios 129.162/04, 136.556/06 y 135.705/05 de la Dirección de Convenios y Transferencia de Tecnología, Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad de Buenos Aires).

<sup>21</sup> Entrevista a Fernando Solari, noviembre de 2005. Véase también “Herramientas para una gestión eficiente de la información ganadera”, Noticias de UNICEN, 30 de noviembre de 2009, disponible en <[www.unicen.edu.ar/content/herramientas-para-una-gesti%C3%B3n-eficiente-de-la-informaci%C3%B3n-ganadera](http://www.unicen.edu.ar/content/herramientas-para-una-gesti%C3%B3n-eficiente-de-la-informaci%C3%B3n-ganadera)>.

**Figura 3** Esquema de la interrelación entre los factores del simulador



Fuente: Reporte de Sostenibilidad Ambiental, Grupo Los Grobo (2008: 16).

comenzó a difundir y evaluar técnicas de AP desde fines de los años noventa, realizando experiencias con monitores de rendimiento. A partir de 1999, este organismo institucionalizó un proyecto de AP (Bragachini, 2013). Los trabajos iniciales consideraban la posibilidad de una adopción acelerada debido al carácter extensivo de la actividad agrícola y el costo elevado de la mano de obra (Bragachini *et al.*, 2000). No obstante, la difusión resultante no fue la esperada.

Diversos estudios han tratado de determinar barreras a la adopción, usos y problemas generales. Las causas mencionadas más frecuentemente para justificar la no adopción fueron la falta de especialización, tanto de profesionales como de operarios (64% y 44%) y la escasa disponibilidad de capacitación (52%); con un porcentaje más bajo se mencionó el alto costo de la tecnología (41%) y menos del 30% señaló como limitante el costo de los servicios que se contratan, la existencia de pocas empresas de servicios, la falta de fuentes de financiamiento y el beneficio económico y agronómico aún no suficientemente demostrado (Melchiori *et al.*, 2013).

Hay que considerar también los problemas de diseño de los equipos disponibles. En este sentido, los proveedores internacionales no han presentado soluciones abiertas e integradas a los usos domésticos, ni a precios asequibles para la mayoría de los productores, sino soluciones cerradas, con la aspiración de incrementar su oferta de valor añadiendo productos de AP propietarios.<sup>22</sup> Tampoco han presentado ofertas consistentes adaptadas a los usos locales de la labranza cero. Por otro lado, para los agropartistas nacionales la AP implicó un desafío difícil de sortear ya que implicaba dominar áreas de conocimiento que superaban su *expertise* (electrónica, informática, electroneumática, electrohidráulica, etcétera).

A diferencia de la siembra directa, la AP presenta una distancia cognitiva de más largo alcance (Kababe, 2011). La AP forma parte del núcleo del modelo de agricultura informacional, pero no se ha difundido todavía al grueso de las empresas. El avance de los cambios tecnológicos de la agricultura de plataformas con sus nuevos modelos de negocios y la incorporación de una nueva ecología de sensores con “apps” compatibles, bases de datos interoperables y datos abiertos pueden ser el escenario del avance de la informacionalización hacia el extremo de inicio de la cadena de producción; capturar datos y procesarlos en tiempo real en el momento de la siembra, el desarrollo y la cosecha.

<sup>22</sup> En otras palabras, la estrategia de los proveedores internacionales era incrementar la canasta de implementos de AP en los que ellos detentaban los derechos de propiedad intelectual, más allá de la pertinencia del equipamiento para los rasgos idiosincráticos de la producción agrícola en el país.



## El desafío de las plataformas

En esta última sección describimos la emergencia actual de la plataformización de las tecnologías digitales agropecuarias o, como se la podría denominar, el agro 4.0 y su fenómeno “síntoma” con el surgimiento de los emprendimientos de servicios intensivos en conocimiento, junto con agencias de capital de riesgo, adquisiciones millonarias de parte de las corporaciones multinacionales del sector y el despliegue de incubadoras de empresas tanto públicas como privadas dedicadas al nicho de los agronegocios. Este fenómeno, si bien es de escala global, tiene en la Argentina un nodo destacado dado el dinamismo de la PPI del agro local. De ella ya han surgido casos destacados a nivel mundial de servicios intensivos en conocimiento, como S4, Satellogic y Kilimo. Se propone también aquí una tipología de estilos de adopción de tecnología digital de los productores agropecuarios bajo los procesos de informacionalización y de plataformización. Finalmente, a partir del análisis de los nuevos perfiles laborales observados, se propone una prospectiva de las tendencias de evolución del trabajo agropecuario a partir de la adopción de plataformas y la necesidad de desplegar políticas de formación en capacidades agroinformacionales.<sup>23</sup>

El pasaje del paradigma industrial al informacional en la actividad agropecuaria, como en otras actividades, transitó la aplicación de las tecnologías digitales a tareas que, a medida que sufrieron reorganizaciones sucesivas recombinaando el núcleo de los SST, permitieron construir la capacidad de procesar eficazmente la información esperada y generar el conocimiento necesario para la mejora de productividad en una nueva escala (Castells, 1996). En cada actividad productiva esta recombinaación informacional sobre el paradigma tecnoeconómico anterior requiere de períodos de cambio tecnológico. De acuerdo a la idea de Schumpeter de destrucción creativa, los antiguos modelos entran en crisis y se desencadena una carrera por encontrar los nuevos modelos de acción (Constant II, 1987; Freeman y Pérez, 1988). La generación y distribución de información y conocimiento ocupan hoy el mismo lugar que ocuparon la distribución y aplicación de la energía al proceso productivo en la revolución industrial. Por lo tanto, para los actores económicos se volvió prioritario saber cómo aplicar las tecnologías para el procesamiento de información y

<sup>23</sup> “The 25 Most Innovative Ag-Tech Startups”, *Forbes*, 28 de junio de 2017, disponible en <[www.forbes.com/sites/maggiemcgrath/2017/06/28/the-25-most-innovative-ag-tech-startups/#1ec98bd54883](http://www.forbes.com/sites/maggiemcgrath/2017/06/28/the-25-most-innovative-ag-tech-startups/#1ec98bd54883)>.

flexibilizar los procesos y las organizaciones de manera de poder aprovechar al máximo el conocimiento ganado del *feedback* (Pérez, 1996).

En el capitalismo informacional las fuentes de productividad y competitividad de la nueva economía global dependen fundamentalmente de la capacidad de generación de conocimiento y procesamiento eficaz de la información (Castells, 2003; Hatum, 2016). La materia prima fundamental son los datos y la información, y los medios de producción privilegiados son las tecnologías que operan sobre aquellos, tanto procesándolos como comunicándolos. Las TIC, a diferencia de las tecnologías de las revoluciones industriales, tienen efectos transversales en todos los sectores de la economía. Si bien en el inicio de su expansión se desarrollan en el sector de servicios financieros y de comercio, luego se expanden también en los sectores industriales y primarios. Estas tendencias tienen además nuevas expresiones organizacionales; una de las principales manifestaciones es la articulación entre cadenas de valor o la conformación de redes de valor transectoriales e interdisciplinarias.

El caso que ocupa este trabajo es, de todos ellos, quizá uno de los más furtivos. Como en un iceberg, sus tecnologías visibles, biotecnologías y tecnologías químicas son apenas un parte pequeña del paquete tecnológico que involucra, como ya se ha visto, tecnologías mecánicas y biológicas reensambladas de labranza cero, y tecnologías organizacionales y digitales que son los elementos aglutinantes de la consistencia económica del paquete tecnológico. Estos elementos ocultos son componentes insustituibles para traducir el fenómeno complejo de la nueva agricultura. Es importante tener en cuenta dicho criterio cuando se enfrenta una nueva ola de cambio tecnológico que, sin salir del modo de desarrollo, plantea un nuevo salto exponencial.

Desde hace diez años Brynjolffson y McAfee (2014) afirman que la revolución informacional ha iniciado un nuevo ciclo donde las TIC están reemplazando tareas cognitivas, después de las revoluciones industriales en las cuales las máquinas reemplazaron las tareas físicas; hoy se discute si el procesamiento de datos no estructurados en grandes volúmenes (Big Data) y la aplicación del aprendizaje computacional y de técnicas avanzadas de inteligencia artificial pueden profundizar las condiciones de un nuevo período de cambio paradigmático. Este tiempo de transformación digital, antes que de un cambio de época,

se trata de una condición permanente de cambio dentro del mismo modo de desarrollo. Es decir, algo similar a lo sucedido con la segunda revolución industrial (Brynjolfsson y McAfee, 2014; Fernández Enguita, 2016).

Según las estimaciones del Foro Económico Mundial de 2016, la cuarta revolución industrial incorporará en los próximos quince años 14.200 billones de dólares a la economía mundial. Esta nueva expansión de la productividad sucederá cuando se aplique un *blend* de inteligencia artificial, automatización con sistemas ciberfísicos y la nube a los procesos de producción y a servicios asociados de las cadenas de valor. El Big Data, según estos discursos, es el nuevo petróleo que no trata de la extracción en solitario del “crudo” sino de la producción de derivados, como los petroquímicos, combustibles, plásticos, telas para autos, juguetes, etc. Con el Big Data de nada sirve tener conocimiento sobre *machine learning* o disponer de laboratorios universitarios con investigadores si estas nuevas técnicas no se aplican a diferentes dominios de las actividades económicas y sociales. El cuadro 2 ilustra las diferencias entre las dos olas de cambio tecnológico, donde se disponían de ricos reservorios de datos no estructurados y una urgente necesidad de sacar provecho de ellos, lo que derivó, naturalmente, en métodos y aplicaciones de ciencias de datos.

Quizá el mejor ejemplo es su aplicación a las campañas políticas para tomar mejores decisiones de campaña de acuerdo a los patrones encontrados en las opiniones de los votantes vertidas en las redes sociales. Si bien Brynjolfsson (1993) pone el acento en el Big Data, nada de la inteligencia artificial de nueva generación se puede aplicar si no se dispone de terreno fértil en la acumulación de datos no estructurados, uno de los principales obstáculos para el aprovechamiento del nuevo músculo de la productividad informacional. Así como para aprovechar la democratización del acceso a la energía se debían tender redes eléctricas a principios del siglo xx, hoy debemos crear plataformas en la nube para echar mano del *machine learning*.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Para mayor información acerca de métodos y aplicaciones de ciencias de datos, véase <[www.ciecti.org.ar/publicaciones/dt16-metodos-y-aplicaciones-de-la-ciencia-de-datos-para-las-politicas-de-cti-redes-sociales-mineria-de-textos-y-clustering/](http://www.ciecti.org.ar/publicaciones/dt16-metodos-y-aplicaciones-de-la-ciencia-de-datos-para-las-politicas-de-cti-redes-sociales-mineria-de-textos-y-clustering/)>.

En este escenario de nueva ola de cambio tecnológico, la Argentina tiene una oportunidad en el desarrollo de una oferta de TIC especializada en productos y servicios para la demanda proveniente del sector agropecuario y la agroindustria. Existe en nuestro país una serie de condiciones en materia de capacidades tecnológicas, de recursos humanos y

**Cuadro 2 Comparación entre revoluciones industriales e informacionales**

	Revolución industrial		Revolución informacional	
	Primera	Segunda	Primera	Segunda
<b>Sociedad</b>	Industrial	Consumo	Información	Plataforma
<b>Inicio</b>	Fin de siglo XVIII	Fin de siglo XIX	Fin de siglo XX (desde 1975)	Desde 2007
<b>Tecnologías clave</b>	Máquina de vapor, imprenta, máquina herramienta	Electricidad, motor de combustión interna, telégrafo, teléfono	Transistor, computadora personal, telecomunicaciones, internet	Teléfonos inteligentes, computación en la nube, IoT
<b>Insumos clave</b>	Carbón, hierro, algodón	Petróleo, acero, químicos	Datos, información, conocimiento	Algoritmos, servicios web, inteligencia artificial
<b>Sector predominante</b>	Primario	Secundario	Terciario	No hay sectores
<b>Organización dominante</b>	Emprendedora	Burocrática	Red (matricial)	Ágil

Fuente: Elaboración propia con base en Pérez (1986), Castells (1996), Warschauer (2003), Brynjolfsson y McAfee (2014) y Van Deursen y Van Dijk (2014).

empresariales en el sector de informática y en menor medida de electrónica, y la descuidada infraestructura de telecomunicaciones.

El sector de software y servicios informáticos local es una de las industrias de mayor tasa de crecimiento en el mercado interno y de las tasas más altas de crecimiento en exportaciones en la región latinoamericana (CESSI, 2018). En los últimos veinte años, un nuevo paquete de tecnologías de procesos y de productos a nivel agrícola, en conjunto con un alza sostenida de los precios internacionales de algunas materias primas, hicieron dar un salto cualitativo a la productividad del sector agropecuario y agroindustrial, que impactó principalmente, para el caso de la Argentina, sobre las cadenas productivas de granos y oleaginosas y en las cadenas de ganados y carnes, así como en la de lácteos. Dicha especialización mediante un paquete tecnológico único funciona de hecho como barrera de entrada para proveedores de tecnologías externos. El alto grado de especialización disparó crecientes requerimientos de tecnología que ha hecho que proliferen a nivel local una incipiente oferta de empresas de tecnología que buscan atender este sector,

en especial aquellas aplicadas a la maquinaria agrícola, así como en segundo término un conjunto de empresas que proveen diversas soluciones como casos destacados a nivel mundial de servicios intensivos en conocimiento como son S4, Satellogic y Kilimo.<sup>25</sup>

Al mismo tiempo, la dinámica del mercado mundial de alimentos, con nuevas demandas y a la vez mayores requerimientos de calidad, control y diferenciación de productos, hace que la articulación de ciertas cadenas de valor –como carne bovina y lácteos– exijan cada vez mayor coordinación y manejo de información relativa a los procesos de producción. Dado el enorme peso del sector agropecuario y agroindustrial en la economía de nuestro país, y su dinámica competitiva, en particular en el último lustro –que representa más del 50% de las exportaciones totales, alrededor del 20% del PBI y entre 22% y 30% del empleo–, es dable pensar que existe un mercado con demandantes de tecnología que puede ser una buena fuente de aprendizaje y base de prueba en función del ulterior desarrollo de un subsector de TIC especializado en este tipo de demanda, que busque crecer a través de la exportación de servicios con valor agregado y la venta de aplicaciones en esta área, explotando las ventajas naturales que ofrece la Argentina como caldo de cultivo (MINCYT, 2009).

## Agro 4.0

La promesa de convertir a la Argentina en proveedora de tecnología para la agricultura informacionalizada requiere un esfuerzo de aprendizaje para un sector TIC que no está especializado en el tipo de demanda de los agronegocios y que tampoco es líder en los servicios avanzados basados en conocimiento sobre plataformas en la nube. Tampoco el país cuenta hoy con un sector consumidor de vanguardia de tecnologías de la información en toda la población de productores agropecuarios. Tanto para las empresas informáticas nacionales como para las agropecuarias, la economía de las plataformas todavía está fuera del alcance próximo.

Las plataformas digitales en línea han crecido hasta dominar la interacción social en internet, y la nube se transformó en el espacio de trabajo por defecto. Mientras que la web 1.0 era un mundo de divergencia, pluralidad, experimentación y exploración, la historia de la web 2.0 desde el comienzo de la última década ha sido de convergencia,

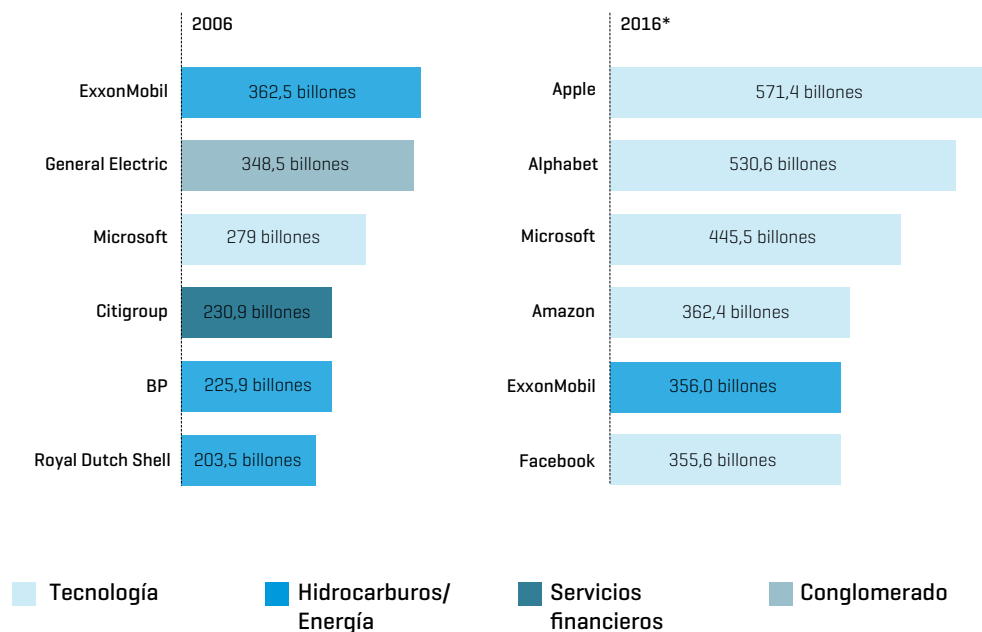
<sup>25</sup> "The 25 Most Innovative Ag-Tech Startups", *ibid.*

concentración y comercialización, ya que las plataformas se han hecho cargo cada vez más del funcionamiento de la web 2.0 y se están volviendo cada vez más centrales para el funcionamiento de nuestra economía y la sociedad, en lo que algunos han llamado la “revolución de la plataforma”.

Lo central en este nuevo ensamble entre tecnología y vida humana es que los núcleos de la vida pública y privada son sostenidos –y penetrados– por las plataformas *online*, que no son solo plataformas sociales, sino también de salud, transporte, de noticias, entre otras. La *platform society* se desarrolla alrededor de la megaplataforma GAFAM (acrónimo de Google, Amazon, Facebook, Apple y Microsoft). Netflix, Spotify o Mercado Libre son clientes de Amazon para sus operaciones, a la vez que Google y Microsoft compiten con Amazon para agrandar su porción de clientes semejantes (gráfico 2). Todo depende de la capacidad de plataformización, en su acepción de datificar; es decir, cómo capturar y almacenar grandes cantidades de datos no estructurados en nuevos dominios de la vida humana. Es el nuevo umbral de una nueva dinámica de orden social. No es posible acumular datos si los humanos que los producen no tienen la confianza en dichas plataformas para almacenarlos. La plataformización es un acto de confianza en el pacto social. Las plataformas son sociedad, no son un espacio separado, son parte de la práctica cotidiana tanto cultural como económica (Van Dijck, 2016). En la actualidad estas plataformas impregnan todos los aspectos de nuestras vidas públicas y privadas; en prácticamente todas las áreas, estas plataformas son medios importantes para la información y la conectividad. El aumento de las plataformas en línea en general, y de las plataformas sociales en particular, ha sido dramático en el transcurso de la última década.

Esta transformación hacia una economía de plataforma está sucediendo rápidamente –para la que aún no estamos preparados–, dejando a las instituciones tradicionales y las empresas que no están liderando el cambio en una posición más conservadora. Se trata de una conducta normal en un período de destrucción creativa schumpeteriana. La historia se está volviendo algo familiar en esta etapa; las plataformas grandes alcanzan prominencia, comienzan a tener un impacto en el mundo real e, inevitablemente, debido al hecho de que operan según diferentes principios y crean fricción con las instituciones existentes, y luego se reacciona ante ellos a través de la regulación.

**Gráfico 2** Top ten de compañías en la bolsa de Nueva York según capitalización de mercado  
En dólares



\* Al 1 de agosto.

Fuente: Statista con base en datos de Yahoo Finanzas y Forbes.

Esto se observa con Uber, que trastorna la industria del transporte urbano; con Airbnb, que altera la industria hotelera; o con el caso de Facebook y su impacto en la industria de los medios. Todo parece indicar que se está ante una nueva etapa de destrucción creativa.

Este crecimiento de las plataformas y las fricciones que causan en la sociedad y la economía abren varias preguntas: ¿a quién le entregarán sus datos los productores agropecuarios? ¿En qué punto del proceso de plataformización se encuentra la agricultura argentina? ¿Cuáles van a ser los sectores en los cuales habrá más plataformización? ¿Qué forma adquirirá la economía de las plataformas en el sector agropecuario? En este sentido, se

encuentran dos tendencias a destacar. Por un lado, está en marcha en el mundo un proceso de desarrollo de la plataformización. Las denominadas empresas AgTech están floreciendo en las incubadoras y centros de la industria de los agronegocios, en particular en el PPI agrícola de Estados Unidos en el Medio Oeste, el cinturón del maíz o *Corn Belt*, alrededor de las ciudades clave como Saint Louis, Misuri, Des Moines, Iowa y Chicago. Sin embargo, también se involucran la vitivinicultura, con el *Napa Valley*.

Los grandes jugadores del mundo de los insumos agropecuarios compraron plataformas de manejo de datos: en 2016 la multinacional Monsanto compró *The Climate Corporation*, una plataforma de pronósticos climáticos, por un valor de mil millones de dólares; y Dupont Pioneer en julio de 2017 adquirió *Granular*, una *start-up* que creó una plataforma de gestión que permite controlar la rentabilidad, pronosticar los ingresos y priorizar los recursos humanos, por 300 millones de dólares.<sup>26</sup>

Si bien las plataformas más exitosas son internacionales, pelean sus batallas local e nacionalmente con reguladores, legisladores y otras plataformas domésticas. Una dificultad que encuentra la economía de las plataformas para sacar provecho del sector agropecuario son las pocas oportunidades para datificar, para sensorizar o monitorizar los datos y parámetros fundamentales, y para comoditizar, es decir, convertir el dato en una mercancía, ganar confianza y lograr la aceptación por parte del usuario para que considere que entregar el dato es un trato beneficioso para él (Van Deursen y Van Dijk, 2014).

Para datificar la ausencia de infraestructura adecuada en todo el tejido poblacional de la pampa húmeda quizá es el principal talón de Aquiles. Pero también hay que tener en cuenta que, si bien se ha avanzado en una agenda de ciencia y tecnología de financiamiento de investigación aplicada a las TIC para el agro, no se encuentra entre las prioridades clave y, peor aún, la educación agrotécnica se halla fuera de la agenda de las prioridades de desarrollo.

No obstante, la comoditización evidencia varios avances. Como se mencionó, el alto grado de especialización generó la proliferación en el PPI argentino, en particular alrededor de las ciudades universitarias de la pampa húmeda, de una incipiente oferta de empresas de tecnología que buscan atender este sector, que proveen diversas soluciones

<sup>26</sup> "Agro digital: el debate sobre la propiedad y el uso de los datos llegó al campo", *La Nación*, 19 de agosto de 2017, disponible en <[www.lanacion.com.ar/economia/campo/agro-digital-el-debate-sobre-la-propiedad-y-el-uso-de-los-datos-llego-al-campo-nidz054317](http://www.lanacion.com.ar/economia/campo/agro-digital-el-debate-sobre-la-propiedad-y-el-uso-de-los-datos-llego-al-campo-nidz054317)>.



de servicios intensivos en conocimiento como las ya mencionadas S4, Satellogic y Kilimo. Informes de investigación que han relevado este ecosistema de innovación afirman que la cantidad de emprendimientos ascienden a más de sesenta casos con modelos de negocios funcionales (BID, 2018). También hay que mencionar, aunque no tienen un efecto directo, los llamados “unicornios”, firmas nuevas basadas en un uso intensivo de la tecnología, que en un período relativamente corto –siete años en promedio– alcanzan una cotización superior a los mil millones de dólares (un billón).<sup>27</sup>

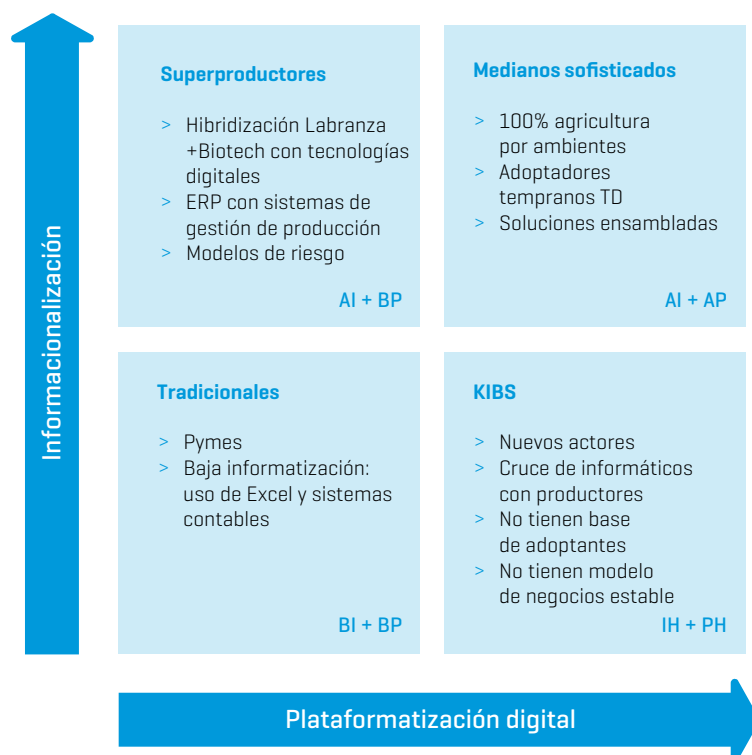
En la actualidad se cuentan seis unicornios latinoamericanos: Mercado Libre, B2W, TOTVS, Despegar, Globant y OLX. En particular las argentinas Mercado Libre y Globant son las únicas dos latinoamericanas que cotizan en las bolsas de Nueva York, Mercado Libre en Nasdaq (MELI) y Globant en NYSE (GLOB), y tienen lazos permanentes con el Silicon Valley (Artopoulos, 2016a). En principio, se podría señalar que estas empresas tienen poco que ver con la actividad agropecuaria; sin embargo, en este nuevo paradigma tecnoeconómico aquello que hoy está separado puede eventualmente integrarse. Las experiencias de Amazon con las tiendas Amazon Go o la adquisición de la cadena Whole Foods en 2016 parecen indicar que el comercio electrónico podrá ser un factor de competitividad para la agroindustria en un futuro no muy lejano. Si a esto se le suma el interés de Alibaba por los proveedores latinoamericanos, es posible prefigurar escenarios potenciales para la comercialización electrónica de alimentos hipersegmentados a escala internacional. No obstante, estas conjeturas siguen siendo terreno prospectivo de largo aliento (Pérez, 2012).

Hoy la pregunta significativa es si las plataformas agropecuarias profundizarán el terreno avanzado de la informacionalización creando un sector de Agrotic en crecimiento y en vías de internacionalización o si seguirá el avance “autosostenido”, en el cual las soluciones han sido resueltas dentro de las empresas –medianas o grandes– que han podido mantenerse competitivas con las nuevas estrategias de agricultura por ambientes. Estas soluciones son las primeras en surgir de la transformación digital y están pensadas para teléfonos inteligentes, la computación en la nube, la utilización de vehículos autónomos tanto terrestres como aéreos (drones), el aprovechamiento de imágenes satelitales y la difusión de la IoT. La adopción de tecnologías de la información se sofisticó y avanzó

<sup>27</sup> “The 25 Most Innovative Ag-Tech Startups”, *ibid.*

con la experimentación de AP por ambientes. Esta segunda ola trajo consigo el desafío de transitar la gestión hacia escenarios de alta o híper productividad. En este terreno se destacaron empresas medianas que agudizaron sus estrategias tecnológico-productivas manteniendo escalas manejables pero de rindes altos, producto de la informacionalización de la producción (figura 4), lo cual describió tres caminos diferentes para la informacionalización de la actividad agrícola dentro de la élite de productores: un perfil de superproductores, otro de medianos sofisticados y un tercer sector de *start-ups* de empresas de servicios intensivas en conocimiento (KIBS, por sus siglas en inglés).

**Figura 4 Estilos de adopción de tecnologías de la información en el agro**



**Notas:** Alta informacionalización+ baja plataformatización digital = AI + BP; alta informacionalización + alta plataformatización digital = AI + AP; baja informacionalización + baja plataformatización digital = BI + BP; informacionalización + plataformatización digital heterogénea = IH + PH.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las tecnologías utilizadas por estos actores no son diferentes pero describen conductas que se adaptan a su capacidad de acceder al capital, su relación con la aversión al riesgo y su desafío de decodificar la complejidad que presentan las plataformas a la actividad agropecuaria. En este sentido podemos identificar KIBS de alta, mediana o baja informacionalización y KIBS que pueden ensamblar su plataforma a las mejores prácticas, organizaciones y paquetes tecnológicos de la agricultura de vanguardia. Entre los casos de alta informacionalización encontramos a Kilimo, plataforma de monitoreo y recomendación de riego mediante modelos matemáticos y Big Data; Sima, una aplicación móvil de monitoreo agrícola que registra malezas o plagas; Humber, un Uber de camiones de transporte de granos; o SkyAgro, que desarrolla drones de bajo costo que no requieren pilotaje.

Entre los casos de mediana o baja informacionalización podemos encontrar a Wuabi, una plataforma de economía colaborativa que agrupa virtualmente a pequeños inversionistas para que financien proyectos agropecuarios; Pago Rural, una solución que permite gestionar crédito a través del cual se pueden pagar insumos; y La Rotonda, una plataforma que vincula contratistas con productores. En la medida en que aumenten su capacidad de plataformizar, es decir de resolver exitosamente la datificación y la comoditización, ganarán porciones crecientes de usuarios para sus servicios convirtiendo sus plataformas en las opciones obligadas para las actividades que encaren.

## **KIBS**

En el caso de los KIBS, en principio surgieron por pioneros y luego despertaron el interés de incubadoras de empresas que actuaban en otras actividades y crearon áreas y fondos de capital específicos para el agro, como *NXTPLabs*, un programa de aceleración guiado por mentores que financia emprendimientos a cambio de una participación en la empresa (5%-10%). O bien dieron lugar al interés de crear incubadoras surgidas del propio medio agrícola, como el Área de Innovación de CREA.

Las dos KIBS pioneras fueron S4 y Frontec. Ambos casos están a la vanguardia de los emprendimientos nacionales y de liderazgo del país en estos temas, marcando un camino en el cual es difícil transitar y crear servicios intensivos en conocimiento para un mercado

que no está maduro para su consumo. En tanto S4<sup>28</sup> fue un *start-up* que inició en 2010, Frontec, nacida en 2014, fue un *joint venture* entre INVAP –empresa del Estado basada en el conocimiento, dedicada a la tecnología aeroespacial y nuclear– y Los Grobo. Ambas empresas se dedicaron a desarrollar tecnologías de AP por microambientes basadas en tecnologías aeroespaciales y comercializarla en forma de servicios en la nube. Frontec partió del desarrollo propio de prácticas de agricultura por ambientes desde 2010 en Uruguay, sometidas a mayor escasez de agua y procesos de erosión de los suelos que afectaban la fertilidad y degradación de la materia orgánica. En estos campos sin agricultura por ambientes los negocios agropecuarios son inviables, dado que son suelos que exigen una agricultura más sensible a los problemas medioambientales. Además, la ley de uso de suelos de Uruguay exigía rotaciones y otro tipo de prácticas que estimulan estas innovaciones. La experiencia recogida con drones en unas 70 mil hectáreas permitió avanzar con los primeros experimentos, pero evidenció la carencia de capacidades en tecnologías de imágenes aéreas y satelitales. De ahí la búsqueda de un socio que dominara estas tecnologías. INVAP, con cuatro décadas de desarrollo de capacidades en diseño y fabricación de satélites y probadas capacidades en investigación aplicada, aportó a Frontec el saber hacer del procesamiento de imágenes satelitales y los equipos desarrollo del software, en particular las aplicaciones de webGIS (sistema de información geográfico en un entorno web). La empresa Los Grobo se ocupó de la dimensión agrícola del diseño de las aplicaciones, de las políticas y operaciones comerciales y del testeo de las aplicaciones.

Los servicios en la nube son multiplataforma, tanto para computadoras personales como para dispositivos móviles, teléfonos inteligentes y tabletas. Proveen servicios de ambientación, a través de mapas de ambientes en los lotes analizados; prescripción, que, a partir del mapa de unidades de manejo, carga las prescripciones de acuerdo a las recomendaciones de los expertos, genera archivos de AP para la maquinaria agrícola y apoya la gestión de la prescripción permitiendo la combinación de los algoritmos con decisiones personales; y monitoreo *online*, que devuelve el resultado del procesamiento de imágenes satelitales para el seguimiento de los trabajos.

Quizás en el extremo del cuadrante de la figura 4 se podrían imaginar plataformas provistas por KIBS operadas por empresas agropecuarias de diverso tamaño que contratan

<sup>28</sup> S4 es una empresa orientada a identificar, proveer, integrar y desarrollar tecnologías para generar *aginsights* globales unificando ingeniería y ciencia de datos con procesos de negocios. La herramienta clave es una plataforma inteligente en la nube que gestiona petabytes de imágenes satelitales y *set* de datos, interpretando, identificando y organizando información relevante para estimar rindes y generar soluciones de cobertura de riesgos climáticos sistémicos.

configuraciones de pequeños drones y vehículos autónomos de superficie, que hacen aplicaciones variables de intervención “customizada”, a la vez que disponen de sistemas de reconocimiento visual de las malezas con control mecánico integrado. Esta visión “futurista” integra, sin embargo, ambos ejes de la matriz y alcanza el máximo de informatización y de plataformización con tecnologías que hoy están disponibles.<sup>29</sup>

Luego de estos casos pioneros en el último lustro fueron emergiendo más de sesenta empresas incubadas dedicadas a la transformación digital agropecuaria, también conocidas como empresas AgTech, incluidas la provisión de servicios de monitoreo por drones, plataformas de información climática, servicios de sensorización para medir humedad, control remoto de equipos de riego, medidores portátiles con sensores intercambiables, plataformas de transporte de carga, plataformas de comercio electrónico de insumos agrícolas, sistemas de detección de enfermedades, etcétera.

## Perfiles laborales emergentes

En la actualidad encontramos nuevos modelos de negocios que plantean posibles usos de las plataformas que conllevan cambios en la dinámica laboral de las profesiones relacionadas con la actividad agropecuaria: “Uno de los desafíos pasa por desarrollar habilidades para vincularse de forma efectiva con profesionales que tienen otras capacidades. Por ejemplo, en el desarrollo de una aplicación que aborde una problemática agropecuaria determinada, más allá de los agrónomos, se necesita gente que trabaje en diseño multimedia, programación y gestión de datos, entre otras cosas”.<sup>30</sup> Los profesionales del agro que antes tuvieron que interpretar la mirada de contadores, luego administradores y los expertos en recursos humanos, y finalmente informatizaron su trabajo con herramientas rudimentarias como Excel, bases de datos sincronizadas, modelos de riesgo cerrados o software estándar de inteligencia de negocios, en la actualidad deben interactuar con informáticos tanto dentro de la empresa agropecuaria como con proveedores de servicios y en la co-construcción de *start-ups*. Más aún, deben directamente trabajar con algoritmos, códigos, robots, o sistemas ciberfísicos dentro de predios bajo techo, como ya está sucediendo en Lely, una empresa de tambos robotizados de vanguardia en Estados Unidos.

<sup>29</sup> Entrevista a Gabriel Bisio, CEO de FronTec, octubre de 2015.

<sup>30</sup> Entrevista a Martín Tinghitella, diciembre de 2017.

Estos casos muestran que la robótica, como en el caso del transporte, puede reemplazar muchas funciones operativas como la alimentación, la limpieza o el ordeño; pero los mismos tamberos con nuevas capacidades se reconvirtieron para elevar la productividad: no se levantan a las cinco de la mañana a ordeñar, como fue tradición, pero gestionan datos, diseñan dietas, realizan planificaciones comerciales, etc. El fenómeno de la plataformización describe, por ende, un nuevo espacio de traducción entre diferentes lenguajes profesionales a una escala no conocida en la etapa anterior de informacionalización. En otras palabras, de diseñar un cultivo se pasa a evaluar el impacto que va a tener ese cultivo en las napas, la estructura del suelo o la población local. La hibridización entre tecnologías de labranza y las plataformas entra en el terreno de la mimetización, donde no es posible diferenciar una de la otra, y se la tiende a interpretar solo como la original, la tecnología de labranza de la actividad primaria.

Las plataformas agropecuarias serán la representación sobre la cual operar, así como los modelos 3D son el terreno de trabajo de ingenieros y diseñadores industriales. Las tecnologías híbridas de procesos (labranza-TIC) surgen de la complejización de los sistemas de laboreo, por ejemplo, en el caso de la utilización de sensores de humedad cuando se incluyen cultivos de servicios en las rotaciones. Contribuyen así a descompactar un suelo, ya que si no se lo rola o quema a tiempo –gracias a la indicación oportuna de un sistema de alertas alimentado por sensores de humedad edáfica–, se corre el riesgo de desecar el perfil, poniendo también en riesgo el próximo cultivo.

En la misma lógica, la gestión de volúmenes de datos e información crecientes para la toma de decisiones de producción implica una especialización muy específica del SST agronómico. La formación en pensamiento computacional será crucial para la formación de los ingenieros y técnicos agrónomos, ya que al conocimiento sobre los sistemas biológicos se le suma la ciencia de datos: “...gestionar con bastante precisión espacio-temporal interacciones biológicas complejas. Mientras hoy desarrollamos cultivos monoespecíficos, quizá mañana los robots nos permitan cultivar policulturas a gran escala, maximizando la expresión de las interacciones positivas entre especies” (CREA, 2017: 10). Al igual que sucedió en muchas industrias, su trabajo se ha jerarquizado. Pero este proceso no es automático –como muestra la industria salmonera en Chile–, sino que deben existir

condiciones de entorno que permitan dicha jerarquización, porque si no las mejoras en productividad no tienen un correlato en las mejoras salariales concurrentes con la adquisición de nuevas capacidades.

En este sentido, la robotización virtuosa va de la mano de empresas con capacidad de inversión, de generar capacidades y de instituciones que den un marco normativo y bienes públicos que ayuden a la transición.<sup>31</sup> La solución al impacto de los cambios tecnológicos en la productividad del trabajo no está en adquirir capacidades específicas (por ejemplo, la robótica), sino formar profesionales para la adaptación al cambio y la traducción entre disciplinas.

En esa dirección, entre los nuevos perfiles laborales que se observan emergiendo de los servicios de la transformación digital en el agro, encontramos: monitreador de cultivos o “detective de riesgos biológicos”, que operan un servicio de monitoreo de cultivos mediante plataformas web de monitoreo y detección de enfermedades o plagas, con sistemas de alertas tempranas sobre riesgos biológicos que pueden afectar los cultivos;<sup>32</sup> desarrollador de algoritmos para agrodatos o gestor de agrodatos en los KIBS de plataformas de recolección y procesamiento de datos agronómicos con drones, que implica el desarrollo de algoritmos de lectura de imágenes para determinar la densidad de plantas; operador de drones para la captura de datos por drones; arquitecto de soluciones aeroagronómicas que funge como un diseñador de soluciones a medida (algoritmos) para diferentes cultivos y de “apps” de prescripciones de fertilización; mapeador de prescripciones para el mapeo de malezas a fin de realizar controles selectivos; intérprete de imágenes satelitales para la gestión de plataformas de seguimiento de cultivos con índices espectrales de tales imágenes; consultor en gestión ambiental para la gestión de una plataforma digital de captura y procesamiento de datos agronómicos para la evaluación de prescripciones; planificador y operador de tambos robotizados; y bioempresario para el diseño y la operación de plantas de producción de derivados del procesamiento de materia orgánica (por ejemplo, lecitina a partir de la goma o borra de soja y desechos de las plantas extrusoras de soja).

Lo dicho implica que se complejizó la práctica tecnológica agronómica por la informatización, pero también que fue un fenómeno de nicho, de alcance limitado. La próxima

<sup>31</sup> Entrevista a Martín Tinghitella, diciembre de 2017.

<sup>32</sup> La Asociación Argentina de Protección Profesional de Cultivos Extensivos es una institución que agrupa estos perfiles y cumple funciones de trabajo en red para el desarrollo de protocolos de monitoreo y umbrales de acción, orientados a hacer eficientes las estrategias de control.

etapa de plataformización, haciendo uso del pensamiento prospectivo, será el cambio del trabajador del conocimiento de Peter Drucker, que hoy podríamos denominar el trabajador Excel, por el trabajador algorítmico. Esto es, un trabajador que escruta datos en tiempo real, que puede evaluar escenarios y pronósticos, y tomar decisiones propias en forma continua, y que aprende en forma flexible e interactúa con plataformas, robots y otros dispositivos IoT sin dificultad (SAP, 2017).

Cuando Drucker estableció el concepto de trabajador del conocimiento, su previsión de que los empleados impulsados por la información serían la clave para el desarrollo futuro de las empresas exitosas e innovadoras fue acertada. De hecho, hoy se pueden poner en perfiles laborales que ya se ha tratado en la sección de los perfiles consolidados. Lo que ha cambiado desde los tiempos de Drucker es el crecimiento de los datos, su desestructuración fuera de base de datos desparramados por servidores en la nube y la aceleración exponencial de los tiempos de respuesta promedio, esperándolos constantemente en tiempo real. En consecuencia, si bien es cierta la vigencia del trabajador del conocimiento, la sociedad de las plataformas proyecta un nuevo tipo de empleado que no solo reemplace al trabajador del conocimiento tomando decisiones de negocios en forma autónoma todo el tiempo, sino que este perfil se transforme en la constante de la fuerza de trabajo.

El trabajador algorítmico puede aportar un nuevo nivel de velocidad, flexibilidad y pericia, lo que a su vez libera tiempo para asumir nuevas responsabilidades en la organización. También brinda la oportunidad de delegar la toma de decisiones estratégicas en toda la organización, reducir los cuellos de botella organizacionales y la complejidad, y aumentar el tiempo dedicado a la innovación. Sin embargo, hay una dificultad en el largo plazo para las organizaciones y los países: formar y capacitar a un trabajador algorítmico requiere un sistema educativo moderno, debido a que ya no son la excepción como sucedía con los trabajadores del conocimiento.<sup>33</sup>

Los debates recientes sobre el futuro del empleo se han centrado principalmente en si este corre o no el riesgo de la automatización. Los estudios generalmente han minimizado los efectos potenciales de la automatización en la creación de empleo y han tendido a ignorar otras tendencias relevantes, como el aumento de la economía verde o los efectos positivos de la plataformización en la creación de nuevos perfiles laborales (Berriman y

<sup>33</sup> Aunque hay disciplinas ya existentes, como la física, en la que existen capacidades para esto, además aplicables en distintos contextos. Por ejemplo, un trabajador algorítmico en agro puede también aplicar sus saberes en el sector financiero.



Hawksworth, 2017; Frey y Osborne, 2017; McKinsey Global Institute, 2017). Se estima que el 47% de los empleos actuales están en riesgo y que los perdedores del cambio tecnológico serán los puestos de calificación media urbana. Las profesiones genéricas y rutinarias, típicas de clase media consideradas económicamente “seguras”, como los contadores, abogados, analistas de recursos humanos, vendedores de seguros, operadores de maquinaria industrial, analistas financieros y aquellos que hacen tareas rutinarias como *telemarketers*, operadores telefónicos o cobradores de peaje.

Sin embargo, la mayoría de los empleos en riesgo son urbanos, de manera que el futuro del empleo en el sector agrícola debe ser observado con criterios diferentes. Los estudios que han investigado este sector en particular han encontrado que los trabajos poco calificados de la agricultura, al igual que en el campo de la construcción, tienen menos probabilidades de sufrir recortes de lo que se había supuesto en el pasado. Este estudio arroja luz sobre las habilidades que probablemente sean más demandadas, incluidas las habilidades interpersonales, las cognitivas de orden superior y las habilidades de sistemas. De esta forma, el estudio desafía el alarmismo que contribuye a una cultura de aversión al riesgo y frena la adopción de nuevas tecnologías, la innovación y el crecimiento. Pero, como se dijo, este requerimiento de desarrollo del pensamiento computacional o algorítmico plantea la problemática de la segunda brecha digital, dilema que los sistemas educativos en el mundo recién están estudiando cómo abordar (Bakhshi *et al.*, 2017).

Otra reflexión contraintuitiva que permiten alcanzar estos estudios es que el ritmo de la transición del cambio en los perfiles de la fuerza de trabajo es más lento de los que se prevé, lo que tampoco justifica los alarmismos. La comparación entre las consecuencias del cambio tecnológico actual en el mercado laboral y en las habilidades y los episodios previos de cambio tecnológico muestra una desaceleración. A pesar de la percepción del rápido cambio tecnológico asociado con las TIC, la transición de la manufactura al servicio y el empleo intensivo en conocimiento ha sido notablemente gradual, extendiéndose durante décadas (Bárány y Siegel, 2018). En particular, ha sido más prolongado que la transición del empleo agrícola al empleo manufacturero que acompañó la electrificación y la industrialización (Handel, 2012 y 2016; Atkinson y Wu, 2017). Esto es consistente con la evidencia que sugiere que la tasa de creación de empleo en las nuevas industrias

tecnológicas se ha ralentizado en las últimas décadas (Lin, 2011; Berger y Frey, 2015). Hay que considerar que una parte importante de los empleos indirectos que la actividad agrícola genera están en sectores como el de transporte y la operación de maquinaria de contratistas, que pueden quedar más expuestos a los cambios que las tecnologías van a producir en los mercados de trabajo.

## Prospectiva de la agricultura 4.0

El gran dilema que cualquier cálculo prospectivo en los temas tratados debería poner en la balanza para el caso argentino es si toda la experimentación y la inversión puesta en las empresas y proyectos de empresas de servicios intensivos en conocimiento van a generar un mercado de servicios de bajo costo y alto valor agregado, al cual van a acudir las empresas de producción agropecuaria medianas y pequeñas. Hay muchas barreras para que este movimiento se concrete, desde la necesidad de disponer de una infraestructura de conectividad hasta el acceso a formación en nuevas capacidades y dotaciones necesarias de saberes.

En este punto el rol del sistema educativo de nivel medio es fundamental, ya que las características de las PPI deseables, que articulan positivamente la utilización de las nuevas tecnologías y la dinámica laboral, están relacionadas con reducir las barreras mencionadas y generar una dinámica virtuosa de la expansión de un mercado de servicios intensivos en conocimiento que estén apalancados por un sistema educativo sensible a las necesidades de formación en este campo.

El escenario actual está definido por un proceso de polarización del empleo, con caída de los segmentos medios y un crecimiento de los de baja y alta calificación –menos automatizables y complementarios a la tecnología, respectivamente–. En los de baja calificación encontramos los trabajos de atención al público, que realizan tareas de contacto y empatía humana, y en los de alta calificación los trabajos creativos y los que usan la caja de herramientas de habilidades humanas (inteligencia social, analítica, etc.). Entretanto, los profesionales con baja posibilidad de ser reemplazados son: psicólogos, gerentes de

recursos humanos, trabajadores sociales, neurólogos, acompañantes terapéuticos, diseñadores de moda, entrenadores, estilistas y artistas en general.

A esta lista se podría agregar un nuevo tipo de técnico agrícola. Alguien parecido al Joe Cooper de la película de ciencia ficción *Interstellar*: un productor del este de Colorado en 2060 que está sobrecalificado –un ex piloto e ingeniero de pruebas de la NASA–, capaz de reparar robots y, en este caso, agregar –para evitar la catástrofe ambiental– conocimiento de sustentabilidad y técnicas avanzadas de labranza. Adicionalmente, agrónomos formados en ciencias biológicas, químicas, matemática, gestión, creatividad y capacidades enriquecidas por el cambio tecnológico, en particular entrenados en el uso del pensamiento computacional o algorítmico que puedan interactuar con Big Data y que sepan usar entornos digitales de modelización y simulación.

Un dato fundamental a tener en cuenta es que la apuesta segura de la era digital es elegir profesiones que usen la tecnología de la información como herramienta principal y que su trabajo sea definido por la creatividad que puedan darle, es decir que las reglas del trabajo se definan durante la tarea. En este sentido, un desafío doble que plantea esta aproximación es tanto estimular el crecimiento de las vocaciones en ingeniería, electrónica y sistemas –que van a estar fuertemente presionadas por los sectores exportadores de servicios– como lograr que los estudiantes accedan a una formación transdisciplinaria que los introduzca en los problemas del agro 4.0.

Una tercera vía además del cruce de las tecnologías digitales con el agro que prescriben la informatización de las agronomías y la agronomización de las informáticas son los nuevos campos transdisciplinares, que pueden traer nuevas profesiones tan variadas como las energías alternativas, la nanotecnología, la ingeniería ambiental y la agrotecnología. De manera que es conveniente no dejar librada la formación para el trabajo futuro solo a la oferta académica disponible. Hay competencias y saberes que son fundamentales y que se deben incorporar en nuevas iniciativas institucionales.

## Conclusiones

En resumen, las principales tendencias que hemos encontrado sobre cómo la adopción de las TIC en las actividades de producción agropecuaria ha impactado en el mercado de trabajo en la Argentina son:

- › Se invirtió la relación entre trabajadores en el campo y trabajadores en la oficina de la ciudad. El aumento de la mecanización y la tercerización de servicios redujo la cantidad de trabajadores en el campo; a la vez, el proceso de informatización aumentó la proporción de trabajadores administrativos y analistas especializados en la oficina en la ciudad.
- › La informacionalización de desarrollo de la economía ha creado desde 1995 a la fecha nuevos perfiles de trabajo agropecuario a partir del uso intensivo de las TIC, los llamados perfiles consolidados: gerente de producción, coordinador logístico, analista de inteligencia de negocios, *trader*, gerente de sistemas.
- › De modo incipiente, se han creado emprendimientos de agro 4.0 en las PPI de la Argentina. Esta nueva etapa de plataformización de las actividades agropecuarias potencialmente puede crear nuevos perfiles emergentes: operador de drones, monitoreanador de cultivos, desarrollador de algoritmos para agrodatos y gestor de agrodatos, arquitecto de soluciones aeroagronómicas, mapeador de prescripciones, interpretador de imágenes satelitales, consultor en gestión ambiental, planificador y operador de tambos robotizados, y diseñador de bioplantitas.
- › La aparición de la segunda brecha digital, que conlleva el aumento de las brechas de competencias informacionales, producto del *upgrading* tecnológico/innovación en curso en los agronegocios, en el nivel de técnicos y en el nivel de profesionales. En consecuencia, cada vez son mayores los requerimientos de incorporación del pensamiento algorítmico a entornos programables tanto por la robotización como por la plataformización.

## Recomendaciones

A modo de cierre y en el espíritu de que los aportes de este trabajo contribuyan al proceso de formulación de políticas, se pueden resaltar las siguientes reflexiones con una mirada prospectiva de corto y mediano plazo:

- › Instaurar la dinámica de *upgrading* en el marco de la PPI agropecuaria requiere cambios principalmente en las instituciones de formación de recursos humanos, pero también en las instituciones de ciencia y tecnología, sobre todo en el fortalecimiento de la coordinación entre ambas dimensiones.
- › Recuperar la educación secundaria agrotécnica mediante la actualización de la formación del cuerpo docente, adaptando sus saberes a las prácticas de vanguardia de la agricultura informacional. Este proceso no puede resolverse solo dentro del ámbito del sistema educativo sino mediante la modificación de las estrategias de formación docente y la creación en el ámbito universitario de unidades especializadas.
- › Visibilizar la realidad de la economía agropecuaria e incorporar en la currícula de la educación secundaria básica la enseñanza del funcionamiento del complejo agroindustrial argentino, para lo cual deberían crearse cursos de actualización docente en las áreas de historia, geografía argentina, biología y química.
- › Determinar la tecnificación de las escuelas secundarias no-técnicas con contenidos de agro.
- › Informacionalizar la educación secundaria básica mediante la incorporación de la enseñanza del pensamiento computacional en campos relacionados con el agro, en particular en vista de la subrepresentación de las escuelas agrotécnicas.<sup>34</sup>
- › Adecuar en la educación superior tres líneas de trabajo en el cruce de las tecnologías digitales con el agro: el incremento de la informatización de las carreras de agronomía; la presencia de orientaciones de agronomía en las carreras informáticas, con materias optativas; la apertura de nuevos campos transdisciplinarios que puedan traer nuevas profesiones tan variadas como la agronanotecnología, ingeniería en drones, ciencia en agrodatos, etcétera.
- › Establecer el financiamiento direccionado de investigación aplicada en TIC para el agro, tal como lo muestran las experiencias de países desarrollados basados en

<sup>34</sup> Esta es una tendencia ya desarrollada en las escuelas PROA de la provincia de Córdoba. En la misma línea se podrían crear escuelas PROA Agrotic.

recursos naturales, como Noruega (TIC en petróleo), Australia (TIC en minería) o Finlandia (TIC en la industria forestal), y crear de manera perentoria agencias de investigación aplicada especializadas en el sector de TIC para el agro.

- › Mejorar la infraestructura digital de la pampa húmeda y la formulación de políticas de promoción de la inclusión digital. En este sentido, una dificultad que encuentra la economía de las plataformas para sacar provecho del sector agropecuario son las pocas oportunidades para datificar. La ausencia de infraestructura adecuada en todo el tejido poblacional de la pampa húmeda quizá es el principal talón de Aquiles.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALAPIN, H. (2008). *Rastrojos y algo más: historia de la siembra directa en Argentina*. Buenos Aires: Teseco.
- ALBORNOZ, I. (2007). "Informática para el sector agrícola y ganadero en la región pampeana", en Delfini, M., Dubbini, D., Lugones, M., Rivero, I. N., Yoguel, G. y Suárez, P. (eds.), *Innovación y empleo en tramas productivas de Argentina*. Buenos Aires: Prometeo Libros.
- ALBORNOZ, I. (2010). "La inserción internacional de la industria argentina de maquinaria agrícola. Posicionamiento económico y estratégico en el marco de las cadenas globales de valor y perspectivas futuras". Buenos Aires: UNGS.
- ANLLÓ, G., BISANG, R. Y KATZ, J. (2015). "Aprendiendo con el agro argentino. De la ventaja comparativa a la ventaja competitiva. El rol de las KIBS". Washington.
- ARBELETTCHE, P., COPPOLA, M. Y PALADINO, C. (2012). "Análisis del agro-negocio como forma de gestión empresarial en América del Sur: el caso uruguayo", *Agrociencia*, vol. 16, N° 2.
- ARTOPOULOS, A. (2016a). "Desarrollo informacional en América Latina. Casos de pioneros de Buenos Aires (1980-2014)", tesis doctoral, Universitat Oberta de Catalunya.
- (2016b). "Bahía Blanca: ciudad del nuevo desarrollo", en Prince, A., Jolíás, L. y Capellan, N. (eds.), *Ciudades inteligentes. El aporte de las TIC a la comunidad*. Buenos Aires: Editorial Autores de Argentina.
- (2018). "Escenarios estratégicos para el cluster TICs del Partido de General Pueyrredón", Programa de Apoyo para la Promoción y Desarrollo del Sector TIC en el Partido de General Pueyrredón, PAC BID 2923/OC-AR, Mar del Plata.
- ATKINSON, R. D. Y WU, J. J. (2017). "The 2017 State New Economy Index: Benchmarking Economic Transformation in the States", 6 de noviembre. Disponible en <<https://ssrn.com/abstract=3066923> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3066923>>.
- BAKHSI, H., DOWNING, J., OSBORNE, M. Y SCHNEIDER, P. (2017). *The Future of Skills. Employment in 2030*. Londres: Pearson and Nesta.

- BAR, F. Y BORRUS, M. (1992). "Information networks and competitive advantage: issues for government policy and corporate strategy", *International Journal of Technology Management*, vol. 7, N° 6-8, pp. 398-408.
- BÁRÁNY, Z. L. Y SIEGEL, C. (2018). "Job polarization and structural change", *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 10, N° 1, pp. 57-89.
- BASCO, A. I. (2017). "La tecno-integración de América Latina. Instituciones, comercio exponencial y equidad en la era de los algoritmos", nota técnica N° IDB-TN-1340, BID.
- BERGER, T. Y FREY, C. (2015). "Industrial Renewal in the 21st Century: Evidence from US Cities, Regional Studies", pp. 404-413.
- BERRIMAN, R. Y J. HAWKSWORTH (2017), "Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the UK and other major economies", *UK Economic Outlook*, PwC, pp. 30-48.
- BID (2018). "La revolución Agrotech en Argentina. Financiamiento, oportunidades y desafíos", BID.
- BISANG, R. (2003). "Apertura económica, innovación y estructura productiva: la aplicación de biotecnología en la producción agrícola pampeana argentina", *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 43, N° 171, octubre-diciembre, Buenos Aires, IDES, pp. 413-442. Disponible en <<http://doi.org/10.2307/3455892>>.
- , ANLLÓ, G. Y CAMPI, M. (2008). "Una revolución (no tan) silenciosa. Claves para repensar el agro en Argentina", *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 48, N° 190-191, julio-diciembre, Buenos Aires, IDES, pp. 165-207.
- BISANG, R. Y GUTMAN, G. E. (2005). "The accumulation process and agrofood networks in Latin America", *CEPAL Review*, N° 43, pp. 113-128.
- BRAGACHINI, M. (2013). "Novedades y tendencias en el mercado de maquinaria y herramientas de Agricultura de Precisión". Disponible en <<http://inta.gob.ar/documentos/novedades-y-tendencias-en-el-mercado-de-maquinaria-y-herramientas-de-agricultura-de-precision/>>.
- , MÉNDEZ, A Y SCARAMUZZA F. (2000). "Dosis variable de insumos en tiempo real: equipamiento", Proyecto Agricultura de Precisión - INTA Manfredi.
- BRAGACHINI, M., VON MARTIN, A. Y BIANCHINI, A. (2005). "Banderillero Satelital DGPS como Guía de Pulverizadoras, Fertilizadoras y Sembradoras", Proyecto Agricultura de Precisión - INTA Manfredi.



- BRYNJOLFSSON, E. (1993). "The productivity paradox of information technology", *Communications of the ACM*, vol. 36, N° 12, diciembre. Disponible en <<http://doi.org/10.1145/163298.163309>>.
- Y MCAFEE, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. Nueva York: WW Norton & Company.
- CASTELLS, M. (1996). *La era de la información. Economía, Sociedad, y cultura*. Buenos Aires: Alianza Editorial.
- (2003). "Prólogo. Panorama de la era de la información en América Latina: ¿es sostenible la globalización?", en Calderón, F. (ed.), *¿Es sostenible la globalización en América latina?*, vol. 1. Santiago de Chile: FCE.
- CESSI (2018). Reporte anual sobre el Sector de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina, abril, reporte del año 2017. Disponible en <[www.cessi.org.ar/](http://www.cessi.org.ar/)>.
- CLASADONTE, L., ARBELETCHÉ, P. Y TOURRAND, F. (2010). "¿Cuáles son los factores que hacen a las empresas red tan exitosas?", Montevideo, Universidad de la República.
- CONSTANT II, E. W. (1980). *The Origins of the Turbojet Revolution*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- (1987). "The Social Locus of Technological Practice: Community, System or Organization?", en Bijker, W. E., Hughes, T. P. y Pinch, T. (eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- COOKE, P. (2004). "Origins of the concept", en Cooke, P., Heidenreich, M. y Braczyk, H.-J. (eds.), *Regional Innovation Systems: The Role of Governances in a Globalized World*. Londres: Routledge.
- , DE LAURENTIS, C., MACNEILL, S. Y COLLINGE, C. (2010). *Platforms of Innovation: Dynamics of New Industrial Knowledge Flows*. Cheltenham and Northampton, MA: Edward Elgar.
- CRAVIOTTI, C. (2007). "Agentes extrasectoriales y transformaciones recientes en el agro argentino", Santiago de Chile, CEPAL.
- CREA (2017). "Nuevos perfiles laborales", entrevista a Gabriel Tinghitella, *CREA*, vol. 17, N° 4. Disponible en <[www.crea.org.ar/wp-content/uploads/2017/10/Revista-443-Septiembre-2017.pdf](http://www.crea.org.ar/wp-content/uploads/2017/10/Revista-443-Septiembre-2017.pdf)>.
- FERNÁNDEZ ENGUIA, M. (2016). *La educación en la encrucijada*. Madrid: Fundación Santillana.
- FREEMAN, C. Y PÉREZ, C. (1988). *Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour*. Londres: Pinter.

- FREEMAN, C. Y SOETE, L. (1994). *Work for all or mass unemployment?: computerised technical change into the twenty-first century*. Londres: Pinter.
- FREY, C. Y OSBORNE, M. (2013). "The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?", *working paper*. Oxford: University of Oxford.
- GEELS, F. W. (2005). "The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860-1930)". *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 17, N° 4.
- Y SCHOT, J. (2007). "Typology of sociotechnical transition pathways", *Research Policy*, vol. 36, N° 3, abril, pp. 399-417, Elsevier. Disponible en <<http://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>>.
- GRAS, C. Y HERNÁNDEZ, V. A. (2016). *Radiografía del nuevo campo argentino: del terrateniente al empresario transnacional*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- GRUPO LOS GROBO (2008). Reporte de Sostenibilidad Ambiental. Buenos Aires: UCES.
- HANDEL, M. (2012). "Trends in job skill demands in OECD countries", N° 143, *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*.
- (2016). "Dynamics of occupational change: Implications for the occupational requirements survey", mimeo.
- HATUM, A. (2016). *El futuro del talento*. Buenos Aires: Temas.
- HUGHES, T. P. (1987). "La evolución de los grandes sistemas tecnológicos", en Bijker, W. E., Hughes, T. P. y Pinch, T. (eds.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. Buenos Aires: UNQ.
- KABABE, Y. (2011). "Aprendizaje por interacción e innovaciones electrónicas en el sector agroindustrial argentino. El caso de la Empresa Sensor Automatización Agrícola", tesis de maestría, UNGS.
- KENNEY, M. Y ZYSMAN, J. (2016). "The rise of the platform economy", *Issues in Science and Technology*, vol. 32, N° 3.
- LENGYEL, M. F. (2016). *El surgimiento de ecosistemas productivos de alta tecnología en Argentina: evidencias, aprendizajes y el rol de las políticas públicas*. Buenos Aires: CIPPEC.
- Y BOTTINO, G. (2011). "La producción en red en Argentina y sus fundamentos institucionales", *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 51, N°s 202-203, julio-diciembre, Buenos Aires, IDES, pp. 369-407.

- LEPRATTE, L. Y BLANC, R. L. (2015). "Nichos tecnológicos de producción y servicios especializados para la industria de agro-alimentos en Argentina: su relación con las PCTI", en ALTEC 2015, Porto Alegre, Brasil.
- LIN, J. (2011). "Technological Adaptation, Cities, and New York", *Review of Economics and Statistics*, vol. 93, N° 2, pp. 554-574.
- MCAFEE, A. Y BRYNJOLFSSON, E. (2012). "Big Data: The Management Revolution", *Harvard Business Review*, vol. 90, N° 10.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE (2017). "Un futuro que funciona: automatización, empleo y productividad", enero, McKinsey & Company.
- MEINERT, S. (2014). "Field manual - Scenario building", Informe Final, European Trade Union Institute. Disponible en <[www.etui.org/content/download/13953/114820/file/2014\\_Scenario\\_Building\\_DEF.pdf](http://www.etui.org/content/download/13953/114820/file/2014_Scenario_Building_DEF.pdf)>.
- MELCHIORI, R. J., ALBARENQUE, S. M. Y KEMERER, A. C. (2013). "Uso, adopción y limitaciones de la agricultura de precisión en Argentina", Curso Internacional de Agricultura de Precisión, Buenos Aires.
- MINCYT [Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva] (2009). *Libro Blanco de la Prospectiva TIC Proyecto 2020*. Buenos Aires: MINCYT.
- NÜBLER, I. (2016). "New technologies: A jobless future or golden age of job creation?", N° 13, Ginebra.
- OSTROM, E. (2002). "Reformulating the Commons", *Ambiente & Sociedad*, año v, N° 10, 1<sup>er</sup> semestre.
- PÉREZ, C. (1996). "La modernización industrial en América Latina y la herencia de la sustitución de importaciones", *Comercio Exterior*, vol. 46, N° 5, pp. 347-363.
- (2001). "Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil", *Revista de la CEPAL*, N° 75.
- (2010). "Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales", *Revista de la CEPAL*, N° 100.
- (2012). "Una visión para América Latina: dinamismo tecnológico e inclusión social mediante una estrategia basada en los recursos naturales", *Revista Económica*, N° 14, diciembre, pp. 11-54.

- , MARÍN, A. Y NAVAS-ALEMÁN, L. (2013). “El posible rol dinámico de las redes basadas en recursos naturales para las estrategias de desarrollo en América Latina”, en Dutrénit, G. y Sutz, J., *Sistemas de Innovación para un desarrollo inclusivo: la experiencia latinoamericana*. México: Foro Consultivo, Científico y Tecnológico.
- PORTES, A. (2007). “Instituciones y desarrollo: una revisión conceptual”, *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 46, N° 184, enero-marzo, Buenos Aires, IDES, pp. 475-503.
- POWELL, W. W. Y GRODAL, S. (2005). “Networks of Innovators”, en Fagerberg, J., Mowery, D. y Nelson, R. (eds.), *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- ROITTER, S. (2019). “Cambio tecnológico y empleo: aportes conceptuales y evidencia frente a la dinámica tecnológica en curso”, documento de trabajo 15.1, serie El futuro del trabajo. Buenos Aires: CIECTI.
- SAP (2017). “SAP’s Digital Transformation to Run Simple”.
- SATORRE, E. H. (2005). “Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual”, *Ciencia Hoy*, vol. 15, N° 87, pp. 24-31.
- SCHOEMAKER, P. J. (1995). “Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking”, *Sloan Management Review*, vol. 36, N° 2.
- SCHWARZ, P. (1995) [1991]. *The art of the long view: planning for the future in an uncertain world*. Nueva York: Currency Doubleday.
- SRNICEK, N. (2016). *Platform Capitalism*. Cambridge: John Wiley & Sons.
- STOLLT, M. Y MEINERT, S. (2009). *Worker Participation 2030 - Four scenarios*. Bruselas: European Trade Union Institute.
- TEY, Y. S. Y BRINDAL, M. (2012). “Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications”, *Precision Agriculture*, vol. 13, N° 6.
- TRIGO, E. J. (2011). “Ten Years of Genetically Modified Crops in Argentine Agriculture”, Buenos Aires, ArgenBio.
- Y CAP, E. (2013). “Transforming agriculture in Argentina: the role of genetically modified (GM) crops”, en Bennett, D. J. y Jennings, R. C. (eds.), *Successful Agricultural Innovation in Emerging Economies: New Genetic Technologies for Global Food Production*. Cambridge: Cambridge University Press.

- , MALACH, V. Y VILLARREAL, F. (2009). "The case of zero-tillage technology in Argentina", *IFPRI Discussion Paper*, N° 915, International Food Policy Research Institute. Disponible en <<http://cdm15738.contentdm.oclc.org/utills/getfile/collection/p15738coll2/id/29503/filename/29504.pdf>>.
- USDA (2003). "2003 Agricultural Statistics Annual".
- VAN DEURSEN, A. J. Y VAN DIJK, J. A. (2014). "The Digital Divide Shifts to Differences in Usage", *New Media & Society*, vol. 16, N° 3, pp. 507-526.
- VAN DIJK, J. (2013). *The Culture of Connectivity: A Critical History of Social Media*. Oxford: Oxford University Press.
- (2016). *La cultura de la conectividad: una historia crítica de las redes sociales*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- WARSCHAUER, M. (2003). *Technology and social inclusion*. Cambridge, MA: MIT Press.
- WOLF, S. A. Y BUTTEL, F. H. (1996). "The political economy of precision farming", *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 78, N° 5.



CIECTI 2019

Serie

EL FUTURO  
DEL TRABAJO

# DT 15.2

ISBN 978-987-1193-38-4



**ALEJANDRO ARTOPOULOS** es doctor en Sociedad de la Información y el Conocimiento por la Universitat Oberta de Catalunya. Posee un máster en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología y es licenciado en Sociología por la Universidad de Buenos Aires (UBA). Actualmente es el director de I+D del Centro de Innovación Pedagógica de la Universidad de San Andrés. Sus áreas de interés son el cambio educativo del desarrollo informacional y la sociología de la tecnología en Latinoamérica. Es autor de varios libros y artículos académicos. Es consultor del BID, Banco Mundial, OIT, AACREA, en los ministerios de Educación y en Ciencia y Tecnología de la Argentina. Fue consejero asesor de Conectar Igualdad y consultor de UNESCO, PNUD, INTEL y Samsung.

**MIGUEL LENCYEL** es abogado y posee un máster en Relaciones Internacionales y un Ph.D en Economía Política (Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos). Actualmente es director de Proyectos Interinstitucionales del CIECTI y director del Programa de Desarrollo, Innovación y Sociedad de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), sede Argentina. Entre 2009 y 2014 ejerció como director de esta sede de FLACSO y entre 2006 y 2009 como analista principal de la Oficina del Coordinador Residente del Sistema de Naciones Unidas en la Argentina. Se ha desempeñado como consultor del BID, IDRC, Banco Mundial, CEPAL, la Escuela de Negocios de Harvard, FAO, OIT, INTA, entre otras instituciones. Es docente en FLACSO y en la UBA. Ha publicado numerosos artículos en libros y revistas especializadas en los temas de cooperación internacional para el desarrollo, planificación y organización productiva, políticas de ciencia, tecnología e innovación y bioeconomía.



INTAL