

# Serie Documentos de Trabajo del IIEP

**N° 47** - Enero de 2020

## AUTOMATIZACIÓN Y EMPLEO EN URUGUAY

Diego **Aboal** - Andrés **López**  
Roxana **Maurizio** - María Paz **Queraltó** - Emiliano **Tealde**



Instituto Interdisciplinario de  
Economía Política de Buenos Aires  
**(IIEP-BAIRES)**

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas  
Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires  
Av. Córdoba 2122 - 2º piso (C1120 AAQ)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Tel +54 11 5285-6578

<http://iiep-baires.econ.uba.ar/>

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva  
Av. Rivadavia 1917 (C1033AAJ)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Tel +54 11 5983-1420

<http://www.conicet.gov.ar/>

ISSN 2451-5728

Los Documentos de Trabajo del IIEP reflejan avances de investigaciones realizadas en el Instituto y se publican con acuerdo de la Comisión de Publicaciones. L@s autor@s son responsables de las opiniones expresadas en los documentos.  
Desarrollo editorial: Ed. Hebe Dato

El Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires (IIEP-BAIRES) reconoce a los autores de los artículos de la Serie de Documentos de Trabajo del IIEP la propiedad de sus derechos patrimoniales para disponer de su obra, publicarla, traducirla, adaptarla y reproducirla en cualquier forma. (Según el art. 2, Ley 11.723).



Esta es una obra bajo Licencia Creative Commons  
Se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

# AUTOMATIZACIÓN Y EMPLEO EN URUGUAY

## **Diego Aboal**

CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, URUGUAY.

aboal@cinve.org.uy

## **Andrés López**

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS. BUENOS AIRES, ARGENTINA.

CONICET-UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. INSTITUTO INTERDISCIPLINARIO DE ECONOMÍA POLÍTICA DE BUENOS AIRES (IIEP), ARGENTINA.

anlopez1962@gmail.com

## **Roxana Maurizio**

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS. BUENOS AIRES, ARGENTINA.

CONICET-UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. INSTITUTO INTERDISCIPLINARIO DE ECONOMÍA POLÍTICA DE BUENOS AIRES (IIEP), ARGENTINA.

roxanadmaurizio@gmail.com

## **María Paz Queraltó**

CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, URUGUAY.

mpazqueralto@cinve.org.uy

## **Emiliano Tealde**

CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, URUGUAY.

emiliano.tealde@ucu.edu.uy

## AUTOMATION AND EMPLOYMENT IN URUGUAY

### ABSTRACT

---

This paper reviews the available evidence on the relationship between technological change and employment at the international level, and carries out different quantitative and qualitative exercises in order to evaluate the impacts of the automation of tasks on employment in Uruguay. The evidence so far does not allow us to conclude anything accurately regarding the preeminence of the scale or substitution effects. However, it seems clear that there has been a movement in the type of required skills associated with the technological change. In particular, there is not only a shift from physical and manual to cognitive skills, accompanied by a growing requirement for higher educational levels, but also, at least in certain cases, a greater demand for socio-emotional skills.

### RESUMEN

---

El presente trabajo revisa la evidencia disponible sobre la relación cambio tecnológico y empleo a nivel internacional y desarrolla una serie de ejercicios cuantitativos y cualitativos para el caso uruguayo a fin de evaluar los impactos de la automatización de tareas sobre el empleo. La evidencia disponible hasta el momento no permite concluir nada firme respecto de la preeminencia de los efectos escala o sustitución. Sin embargo, sí parece muy claro que ha venido ocurriendo un desplazamiento en el tipo de habilidades y calificaciones requeridas a medida que se despliegan los procesos de cambio tecnológico. No solo hay un pasaje de las habilidades físicas y manuales a las cognitivas, acompañado de un creciente requerimiento de credenciales educativas superiores, sino también, al menos en ciertos casos, una mayor demanda de habilidades socio-emocionales.

---

**Keywords:** Automation - Employment - Human capital - Skills - Uruguay

**Palabras claves:** Automatización - Empleo - Capital humano - Habilidades - Uruguay

**JEL Codes:** O33, O54 y J24.

*Este documento se realizó en el marco de un proyecto sobre los impactos de la automatización en el mercado de trabajo en Uruguay, financiado por el Banco Mundial.*

1) Introducción .....	3
2) Marco analítico y evidencia empírica.....	6
2.1 Una breve discusión conceptual .....	6
2.2 La evidencia empírica .....	9
2.2.1 Innovación y empleo .....	10
2.2.2 Automatización de tareas y empleo.....	12
2.2.3 Discusión.....	15
3) Los cambios en la estructura ocupacional uruguaya .....	17
3.1 Fuentes de información.....	17
3.2 Metodología .....	19
3.3 Análisis de la evolución y composición del empleo en las actividades de comercio al por menor y los servicios financieros .....	24
3.3.1 Evolución de la composición del empleo urbano según sectores de actividad .....	24
3.3.2 Evolución en la estructura ocupacional por nivel educativo en el comercio al por menor y los servicios financieros.....	26
3.3.3 Evolución de las ocupaciones según tipo de tareas en comercio al por menor .....	29
4) Los estudios de caso.....	33
4.1 El sector bancario .....	33
4.1.1 Contexto de cambio tecnológico en el sector a nivel mundial .....	33
4.1.2 El sector financiero en Uruguay .....	37
4.1.3 El BROU: introducción .....	39
4.1.4 El BROU y el cambio tecnológico.....	41
4.1.5 Impactos del cambio tecnológico en el empleo y la productividad .....	44
4.1.6 Área de Canales Digitales .....	46
4.1.7 Políticas de formación y capacitación .....	49
4.2 El sector forestal.....	52
4.2.1 Contexto de cambio tecnológico en el sector a nivel mundial .....	52
4.2.2 El sector forestal en su fase primaria .....	54
4.2.3 UPM y el cambio tecnológico.....	55
4.2.3 Impactos del cambio tecnológico en el empleo y la productividad .....	59
4.2.4 Políticas de formación y capacitación .....	65
4.3 Comercio minorista .....	67
4.3.1 Contexto de cambio tecnológico en el sector a nivel mundial .....	67
4.3.2 Evolución reciente del sector comercio en Uruguay.....	70

4.3.3 Supermercados y el cambio tecnológico.....	71
4.3.4 Impactos del cambio tecnológico en el empleo y la productividad .....	72
4.3.5 Políticas de formación y capacitación .....	73
4.4 Implicaciones en materia de políticas de capacitación y formación .....	73
5) Conclusiones y recomendaciones de política .....	76
Bibliografía.....	79

## 1) Introducción

Al presente existe un intenso debate en torno a los impactos del cambio tecnológico (y en particular de la automatización de tareas) sobre el empleo. No se trata, por cierto, de una novedad en la historia de la economía moderna; doscientos años atrás David Ricardo discutía el mismo tema en sus *Principios de Economía Política y Tributación*<sup>1</sup>, reflejando temores sociales similares a los que hoy generan los robots.

Frente a Ricardo y sus contemporáneos, hoy existe la ventaja de contar con una vasta cantidad de datos y estudios empíricos acerca de los impactos del cambio tecnológico tanto sobre el nivel como sobre la composición del empleo. En este último caso, varios estudios recientes observan una tendencia a la polarización del mercado laboral, en donde pierden peso los trabajos de calificación media a favor de los de alto y bajo nivel de calificación (McIntosh, 2013). Uno de los factores que, en teoría, estarían detrás de esta tendencia<sup>2</sup> es que resulta más simple automatizar tareas repetitivas (sean cognitivas o manuales), desempeñadas usualmente por trabajadores de calificación media, que tareas “abstractas” (vinculadas a la resolución de problemas, la creatividad, etc.) o “manuales no rutinarias” (que requieren mayor interacción personal, adaptabilidad, etc.) -ver Autor *et al* (2003). En este sentido, Apella y Zunino (2017) muestran que estos impactos ya han venido ocurriendo incluso en naciones en desarrollo; en efecto, en un estudio para Argentina y Uruguay, los autores encuentran que aquellos trabajadores que se desempeñan en ocupaciones más intensas en tareas manuales rutinarias enfrentan un mayor riesgo de desocupación.

Sin embargo, en la discusión pública actual los estudios más difundidos y citados son aquellos que hacen predicciones respecto de los posibles impactos de la automatización de tareas sobre el volumen futuro del empleo (Frey y Osborne, 2013; Arntz *et al.*, 2016; McKinsey Global Institute, 2017; Vermeulen *et al.*, 2018 -ver Ballistier y Elsheiki, 2018, para una revisión). En particular, el objetivo de estos

---

1 Esto ocurre en el capítulo 31 (“*On Machinery*”) de dicha obra (Ricardo, 1821), en donde el autor discute (con opinión optimista en la primera versión del texto y más pesimista en la segunda) como la introducción de maquinarias puede afectar el volumen total de empleo en una sociedad.

2 Hay otras explicaciones competitivas como, por ejemplo, el impacto de la *offhorización* de tareas en el marco de los procesos de fragmentación productiva y despliegue de cadenas globales de valor (Marcolin *et al.*, 2016; Autor, Dorn y Hanson, 2015).

trabajos es determinar las probabilidades de automatización de diferentes tareas u ocupaciones<sup>3</sup> (y las consecuentes pérdidas potenciales de puestos de trabajo). Las conclusiones, aunque varían fuertemente en cuanto al porcentaje estimado de destrucción de empleos, sugieren que habrá pérdidas significativas debido al llamado “efecto sustitución” (mecanismos automatizados de producción desarrollan tareas repetitivas previamente llevadas adelante por la fuerza de trabajo). Estas estimaciones han sido sujetas a diversas críticas, en particular por su naturaleza especulativa y dependiente de predicciones subjetivas. Por otro lado, los estudios prospectivos se basan en el análisis de ocupaciones o tareas en abstracto, pero el cambio tecnológico se da en el mundo productivo real en donde hay cadenas de valor, mercados, empresas, sindicatos, regulaciones, normas culturales, etc. Esto hace que el ritmo del cambio tecnológico (y de la automatización de tareas) esté determinado por factores que van mucho más allá de la posibilidad técnica de reemplazo de un trabajador por un robot físico o digital y que suelen “lentificar” la difusión de las innovaciones respectivas.

Asimismo, es obvio que si el análisis se limita al efecto sustitución el impacto de la automatización sobre el empleo siempre es, por definición, negativo. Pero hay distintas vías por las cuales ese impacto puede ser compensado total o parcialmente, incluyendo el llamado “efecto escala”, el cual se refiere a la posibilidad de que la reducción de costos en el sector que se automatiza se traduzca en una mayor demanda por sus bienes y/o servicios, llevando a un crecimiento de sus actividades y consiguientemente del empleo. La posibilidad de que este efecto compensatorio se produzca depende crucialmente de la elasticidad precio de la demanda en los sectores donde se produce la automatización -y de que exista suficiente competencia en el mercado como para que la baja de costos se traduzca en bajas de precios. Alternativamente, podría emerger en caso de que existan otros sectores con demanda altamente elástica al ingreso en donde se gasten las rentas ahorradas por la baja de precios en el sector que se automatiza<sup>4</sup>. Hay adicionalmente otros mecanismos por los cuáles la actual oleada de cambio tecnológico puede llevar a efectos compensadores por la vía de la creación de empleo, incluyendo la generación de nuevas oportunidades de inversión o la emergencia de nuevas actividades productivas debidas al propio avance de la robotización.

---

3 Esta distinción es central ya que, como enfatizan Arntz *et al.* (2016) en su crítica a las estimaciones de Frey y Osborne (2013), en general los procesos de automatización afectan tareas y no ocupaciones enteras; en consecuencia, aquellas estimaciones están sesgadas hacia arriba debido a que una ocupación involucra usualmente múltiples tareas, no todas igualmente susceptibles de automatización.

4 En este sentido, como muestra Bessen (2017), la elasticidad precio de la demanda suele ir declinando a medida que los sectores maduran y se acumulan oleadas de ganancias de productividad y baja de precios. Por otro lado, Autor (2015) sugiere que hay sectores de servicios tecnológicamente “atrasados”, como servicios de limpieza, cuidado personal, gastronomía, etc., cuya demanda es altamente elástica al ingreso y por tanto también podrían generar empleo en un contexto de creciente productividad.

Finalmente, puede ocurrir que el cambio tecnológico complemente más que desplace empleo (Autor, 2015), aunque esto naturalmente puede implicar un cambio en el tipo de *skills* demandadas. En efecto, según el autor, los procesos de trabajo requieren combinaciones de diversos *inputs* (mano de obra, capital, creatividad, repetición, dominio técnico, intuición, etc.). Si todos estos *inputs* tienen un rol relevante en un determinado proceso, las mejoras en uno de ellos no hacen redundante al resto. En general, entonces, las tareas que no pueden ser sustituidas por la automatización son complementadas por ella.

Aunque hay una interesante y creciente literatura teórica que busca analizar los diversos canales de interacción entre cambio tecnológico y empleo (ver Calvino y Virgillito, 2018 para un resumen de algunos de esos canales; para literatura focalizada en automatización, ver por ejemplo Acemoglu y Restrepo, 2018 y Berg *et al.*, 2018), parece evidente que la prevalencia de uno u otro tipo de impactos ha de ser dirimida empíricamente. Asimismo, si bien realizar pronósticos es parte inevitable del análisis económico (y de la naturaleza humana), existe ya un cúmulo de evidencia relevante que puede echar luz sobre **qué ha venido pasando** en materia de impactos del cambio tecnológico y la automatización de tareas sobre el empleo. La última parte de esta oración es importante debido a que el cambio tecnológico es un fenómeno muy amplio del que la automatización de tareas es apenas una variante, algo sobre lo que se vuelve en la siguiente sección del trabajo.

En este escenario, el presente trabajo apunta a relevar la evidencia disponible sobre la relación cambio tecnológico y empleo a nivel internacional y a desarrollar una serie de ejercicios cuanti y cualitativos para el caso uruguayo a fin de evaluar los impactos de la automatización de tareas sobre el empleo, con particular foco en tres sectores: comercio, bancos y forestal. La estructura del trabajo es la siguiente. En la sección 2 se introducen algunas definiciones conceptuales básicas y se discute la reciente evidencia empírica relevante. Dado que los resultados de los estudios prospectivos antes mencionados ya han sido ampliamente comentados en varios *surveys*, la sección se concentra en aquellos trabajos que analizan el tema en base a información pasada, en línea con lo enfatizado más arriba acerca de poner el foco en las tendencias efectivamente observadas. La sección 3 analiza los cambios en la estructura ocupacional uruguaya durante las dos últimas décadas en base a datos de la Encuesta Continua de Hogares (ECH), con el fin de evaluar la intensidad y dirección de dichos cambios según el tipo de ocupación y niveles educativos. La sección 4 desarrolla tres estudios de caso: i) bancos (Banco de la República Oriental del Uruguay, BROU); ii) forestal (UPM, empresa finlandesa productora de celulosa, papel y madera) y; iii) supermercados (Asociación de Supermercados del Uruguay, ASU). Dentro de cada caso se selecciona un proyecto relevante de automatización a fin de examinar sus impactos (composición y nivel) sobre el empleo. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones y sugiere algunas lecciones de política basadas en la identificación de buenas prácticas y en la detección de brechas de formación a cubrir.

## 2) Marco analítico y evidencia empírica

### *2.1 Una breve discusión conceptual*

El propósito de este apartado es aclarar algunos aspectos conceptuales y terminológicos acerca del fenómeno del cambio tecnológico, con el fin tanto de ordenar mejor la presentación de la evidencia empírica disponible como de focalizar con precisión el tipo de mecanismos que se analizan en las secciones 3 y 4 de este trabajo.

Tal como se dijo antes, el concepto de cambio tecnológico es más amplio que el de automatización de tareas e involucra diferentes canales y mecanismos. En general, el cambio tecnológico comprende tanto innovaciones “duras” -la introducción de nuevos o significativamente mejorados productos (incluyendo bienes y servicios) y/o procesos-, como “blandas” -que abarcan fundamentalmente las áreas de gestión, organización y comercialización<sup>5</sup>. Dado que el foco del debate sobre cambio tecnológico y empleo se centra en el impacto de la mecanización o automatización de tareas, lo que sigue se focaliza en las innovaciones “duras”, aunque está claro que la automatización puede llevar, *per se*, a la necesidad de introducir cambios organizacionales que pueden tener sus propias repercusiones en materia de empleo (Evangelista y Vezzani, 2012).

La innovación de productos abarca desde el lanzamiento de un bien/servicio totalmente novedoso (productos nuevos), hasta cambios en los productos ya existentes (diseño, mejoras en la calidad o rendimiento, introducción de nuevas funciones, reemplazo de componentes, etc.); en este caso hablamos de bienes “significativamente mejorados”. En el caso de los servicios las mejoras pueden incluir, por ejemplo, cambios en la manera de prestación (e.g., eficiencia o rapidez), actualizaciones (e.g., programas de software), re combinaciones (e.g., paquetes turísticos) o la introducción de nuevas características (e.g., nuevas funciones en un cajero automático) o equipamientos (e.g., pantallas individuales en el servicio de transporte aéreo) en servicios ya existentes.

---

5 En la práctica muchas veces los distintos tipos de innovaciones se complementan (e.g., la introducción de un nuevo producto puede requerir cambios en los procesos o en las formas de comercialización, una innovación de procesos puede inducir modificaciones en la forma de organización del trabajo, etc.).

Por su parte, la innovación en procesos corresponde a la introducción de nuevos (o significativamente mejorados) equipos, técnicas, procedimientos y/o software empleados en la producción, así como de cambios en los mecanismos de aprovisionamiento de insumos, logística interna y distribución de productos finales. En esta categoría de cambio tecnológico se incluyen los procesos de automatización; es decir, la incorporación de robots físicos o digitales que desplazan a la fuerza de trabajo en el desarrollo de determinadas tareas, en especial, aunque no únicamente, las repetitivas<sup>6</sup>. Obsérvese en ese sentido que, tal como se dijo en la introducción, no toda incorporación de hardware o software implica automatización y reemplazo de labores humanas, ya que muchas veces ella complementa y eleva la productividad de la fuerza de trabajo (aunque puede implicar un cambio en la demanda de *skills* de dicha fuerza de trabajo).

Así entendido en forma amplia, el cambio tecnológico es un fenómeno permanente en la dinámica de las economías de mercado. No se trata solo del periódico descubrimiento o invención de tecnologías nuevas, sino también de su amplia difusión y adopción en la economía y la sociedad, proceso en el cual tales tecnologías son modificadas y mejoradas a través de mecanismos de *learning by doing* y *learning by using*. Esas innovaciones, a su vez, pueden provenir tanto de actividades más o menos formales de investigación y desarrollo (I+D), como de la propia dinámica del sistema productivo, ámbito del cual surgen constantemente mejoras o nuevos usos para las tecnologías ya disponibles.

En este contexto, no sorprende que sea extremadamente difícil medir el cambio tecnológico. Los indicadores más usuales son los esfuerzos en I+D y las patentes. Ambos, sin embargo, constituyen aproximaciones parciales e imperfectas. Resumiendo muy sintéticamente debates bastante extensos, la medición vía inversiones o personal en I+D: i) asume implícitamente que hay una relación cuasi lineal entre insumos y resultados innovativos; ii) ignora otro tipo de actividades innovativas de carácter informal o no sistemático que pueden ser muy relevantes en varios sectores (y que son particularmente importantes en los países en desarrollo); iii) por el modo en que se colectan las estadísticas respectivas (encuestas) no considera a actores que pueden estar desarrollando innovaciones de alto impacto, pero que no integran las bases de datos a partir de las cuales se extraen esas estadísticas (e.g., cuando Steven Jobs estaba creando Apple nadie le preguntó sobre sus actividades innovadoras).

En tanto, el indicador de patentes: i) supone que todas las patentes tienen la misma relevancia e impacto (y por tanto se pueden contar linealmente); ii) omite el hecho de que hay solicitudes de patentes que no tienen como fin proteger una innovación sino bloquear desarrollos innovativos de terceros, prevenir o generar

---

6 Claro está que para las empresas que producen robots, la introducción de nuevas o mejoradas variedades representa una innovación de productos, siendo una innovación de procesos para sus usuarios.

litigios, etc. y, en la misma línea, patentes que protegen innovaciones que jamás tienen aplicación económica. Adicionalmente, iii) hay sectores en los que existen otros tipos de derechos de propiedad intelectual<sup>7</sup>; y iv) muchas innovaciones significativas no se patentan sino que son protegidas por otros medios (secreto por ejemplo) o no son protegidas por vías legales sino por mecanismos “de mercado” (e.g., ser el *firstcomer*).

Ciertamente, se podría argumentar que en la medida en que el progreso tecnológico debería reflejarse en ganancias de productividad, el seguimiento de esta variable sería un indicador indirecto del primero. Sin embargo, como es bien conocido, las ganancias de productividad (aun asumiendo que puedan medirse correctamente, algo que está en cuestión en particular en una era donde los activos intangibles alcanzan cada vez mayor peso en la economía) pueden tener numerosas causales, más allá del propio cambio tecnológico.

En resumen, el concepto de cambio tecnológico abarca una variedad de fenómenos que no pueden subsumirse en un indicador o un conjunto limitado de variables que, indefectiblemente, solo podrán reflejar como máximo algunas de sus dimensiones, canales o mecanismos. Incluso una variante específica del cambio tecnológico, la automatización de tareas, puede asumir una variedad de formas (e.g., robots mecánicos, robots por software, máquinas de control numérico, sistemas CAD/CAM, impresión 3D, etc.), lo cual implica que también en este caso es difícil contar con una medida homogénea aplicable empíricamente (la sección siguiente dejará en evidencia esta dificultad, ya que se verá que diferentes estudios empíricos emplean distintas medidas o proxies de la automatización, lo cual obviamente puede inducir una disparidad en los resultados encontrados).

Más aún, los impactos del cambio tecnológico sobre el empleo pueden ser diferentes no solo de acuerdo al tipo de innovación de que se trate (algo que la próxima sección confirmará con la evidencia empírica disponible), sino también en función de, por ejemplo, la estructura de mercado. Así, la innovación de productos podría generar empleo vía aumentos en la demanda, pero si el innovador cuenta con poder de mercado su estrategia de maximización podría llevar a fijar precios en un punto tal que lleve a una reducción de la producción (y por ende del empleo). En tanto, si el nuevo producto simplemente reemplaza a otros previos y no genera cambios en la demanda, el empleo se mantendría estable (De Elejalde *et al.*, 2015). Asimismo, los nuevos productos pueden venir de la mano de innovaciones de procesos que hagan que aquellos se produzcan con mayor eficiencia -y por tanto se cancelen o disminuyan los efectos positivos sobre el empleo (Calvino y Virgillito, 2018).

---

7 En el caso de la agricultura, por ejemplo, existe un sistema de protección de nuevas variedades basado en los acuerdos alcanzados en la Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas (UPOV), que es extensamente empleado a nivel mundial.

Otro elemento a tener en cuenta es que las empresas que innovan en producto o proceso pueden desplazar a otras del mismo mercado, lo que llevaría a caídas en el empleo en estas últimas; en contrapartida, si las innovadoras son exitosas y se expanden, se elevarán las demandas a sus proveedores, los cuales podrán a su vez crecer y requerir más empleo. Identificar y estimar este conjunto de mecanismos puede ser intrincado en la práctica.

Una cuestión específica que dificulta el análisis empírico en el caso de la automatización es que mientras que el efecto sustitución ocurre a nivel de la empresa, el efecto escala puede darse a ese mismo nivel, o bien, observarse, por ejemplo, aguas abajo (e.g., clientes que experimentan reducciones de costos en sus insumos y por tanto expanden su actividad). El caso del sector bancario analizado en Bessen (2016) es ejemplo de la primera variante; la masiva apertura de cajeros automáticos desde fines de los '90 convivió con una fuerte expansión del empleo en el sector, ya que la baja de costos promovió mayor apertura de filiales y la posibilidad de ofrecer otros servicios a los clientes<sup>8</sup>. En cambio, si, por ejemplo, la automatización del proceso de ordeño induce una baja de costos que se traslada a los sectores usuarios de leche, la expansión de la demanda (y el efecto escala) se daría en los productores de quesos u otros derivados. Por otro lado, mientras que en el caso del sector bancario podría no haber pérdidas netas de empleo (aunque algunos trabajadores podrían perder sus puestos o tener que adquirir nuevas capacidades para poder desempeñarse en otras ocupaciones), en el segundo los trabajadores que pierden su empleo por la automatización difícilmente sean los mismos que van a emplearse en las industrias aguas abajo.

Este conjunto de observaciones no apunta a reducir la relevancia de recolectar y analizar información empírica, sino a precisar mejor el alcance, significado y límites de los resultados obtenidos. En lo que sigue se examina la evidencia disponible a nivel internacional a la luz de las categorizaciones y discusiones presentadas en este apartado.

## *2.2 La evidencia empírica*

Este apartado se organiza del siguiente modo. En primer lugar, se discute la literatura que utiliza indicadores tradicionales de innovación, en particular las encuestas sobre el tema a nivel empresa, para analizar los impactos de aquella sobre el empleo. Esta literatura trabaja con datos microeconómicos y utiliza definiciones

---

8 Entre 1999 y 2009 se incorporaron 200 mil Automated Teller Machine (ATM) en el sector financiero en Estados Unidos mientras que la demanda de personal para atención de cajas subió a un ritmo de 2% anual.

altamente estandarizadas a nivel mundial, aunque no exentas de dificultades como se verá enseguida. En segundo lugar, se comenta la evidencia que trata de medir de modo más específico los efectos de la automatización de tareas sobre el empleo. A diferencia del primer grupo, esta literatura utiliza variables heterogéneas como *proxy* de la automatización de tareas, algo que, tal como fue comentado antes, dificulta la comparabilidad de los resultados (más allá de otros factores que pueden tener el mismo efecto, tema sobre el que se vuelve al final de esta sección). Finalmente, se hace una breve discusión de la evidencia resumida.

### ***2.2.1 Innovación y empleo***

En los últimos años han aparecido una serie de estudios que, en base a información proveniente de encuestas de innovación realizadas a empresas en diferentes países, buscan determinar, en general mediante el uso de técnicas de panel, si las empresas innovadoras generan o destruyen empleo<sup>9</sup>. Calvino y Virgillito (2018) analizan en detalle los resultados de diversos estudios sobre el tema, con énfasis en casos de la Unión Europea (en donde desde hace tiempo se vienen aplicando las encuestas mencionadas).

El trabajo de referencia en esta área es el de Harrison *et al.* (2014), quienes desarrollan un modelo para analizar separadamente los diversos canales de impacto de las innovaciones de producto y proceso sobre el empleo. Analizando los casos de España, Alemania, Reino Unido y Francia encuentran una relación positiva entre innovación y empleo a nivel empresa. Si bien las mejoras de productividad vía innovación de procesos reducen empleo, este efecto es más que compensado por la expansión de la producción de los bienes ya existentes (esto es, el efecto escala queda dentro de la empresa), facilitada por la reducción de precios (en condiciones de mercados competitivos). Sin embargo, la mayor fuente de crecimiento del empleo a nivel firma es la innovación de productos. Por otro lado, la innovación tiene un sesgo a favor del empleo de alta calificación.

Estos resultados, que van en línea con la intuición teórica, son confirmados por diversos trabajos que analizan tanto sectores manufactureros como de servicios. En efecto, la innovación de producto, siempre dentro de las firmas que la llevan adelante, tiende a generar empleo, mientras que la de proceso tiene efectos negativos o nulos según el caso (Dachs y Peters 2013; Evangelista y Savona 2003; Evangelista y Vezzani 2012; Leitner *et al.* 2011; Peters 2004; Lachenmaier y Rottmann, 2011; Triguero *et al.*, 2013; Peters *et al.*, 2014). Algunos trabajos incluso encuentran efectos positivos de la innovación de procesos sobre el empleo -ver Herstad y Sandven (2015) para Noruega y Zimmermann (2009) para PyMEs alemanas. Asimismo, otros estudios

---

9 Cabe aclarar que los trabajos que siguen, salvo que se aclare lo contrario, intentan evaluar los impactos de la innovación sobre el empleo comparando los comportamientos de las empresas innovadoras vs las no innovadoras (siendo las primeras las que declaran haber introducido innovaciones de producto o proceso, según el caso).

confirman que la innovación tiene un sesgo hacia el uso de trabajo más calificado (Evangelista y Savona 2003; Caroli y Van Reenen, 2001).

Vale la pena comentar en particular los resultados de algunos trabajos que analizan casos de América Latina. En consonancia con la evidencia para la Unión Europea, estos estudios generalmente encuentran que la innovación de productos tiene impactos positivos sobre el empleo, mientras que hallan efectos desplazamiento muchas veces leves o en ocasiones nulos derivados de la innovación de procesos; en ciertos casos el impacto del primer canal llega a compensar el efecto negativo del segundo, con lo cual las empresas innovadoras, en promedio, tienden a crear empleo<sup>10</sup>. Asimismo, la innovación tiene un sesgo a favor del empleo más calificado, sea porque genera relativamente más empleo de ese tipo o bien porque desplaza de manera directa al trabajo de menor calificación (ver Crespi y Tacsir (2012) para Argentina, Chile, Costa Rica y Uruguay; Benavente y Lauterbach (2008) y Álvarez *et al.* (2015) para Chile; De Elejalde *et al.* (2015) y Pereira y Tacsir (2016) para Argentina).

En tanto, hay dos trabajos que específicamente analizan evidencia para el caso de Uruguay, tanto en manufacturas (Aboal *et al.*, 2015a) como en servicios (Aboal *et al.*, 2015b). En este último caso, la innovación de productos tiene un impacto positivo sobre el empleo mientras que no se encuentran efectos derivados de la innovación de procesos. Esta última, a su vez, tiende a desplazar empleo de menor nivel de calificación. En cuanto a la manufactura, la innovación de productos tiene efectos positivos sobre el empleo, mientras que hay alguna evidencia débil de impactos negativos en el caso de la innovación de procesos, especialmente en sectores de alta tecnología y en firmas grandes. De nuevo, aparece un sesgo de la innovación a favor del empleo de mayor nivel de calificación.

Finalmente, Calvino y Virgillito (2018) citan otros estudios a nivel empresa, realizados para países europeos, que se basan en datos de I+D o patentes. En general, estos estudios encuentran efectos positivos de dichos indicadores sobre el empleo, en particular en firmas de rápido crecimiento y en sectores de servicios y de alta tecnología (Stam y Wennberg, 2009; Bogliacino *et al.*, 2012; Van Roy *et al.* 2015; Coad y Rao, 2011).

Aunque los trabajos aquí comentados son muy informativos respecto del impacto que tiene la innovación a nivel empresa sobre el empleo, en general no permiten extraer inferencias respecto de efectos a nivel sectorial o nacional. Esto es importante ya que, como se mencionó antes, bien puede ocurrir que las firmas innovadoras generen empleo pero que dicho impacto sea a costa de empresas no innovadoras que pierden mercado o directamente desaparecen. En este sentido, el

---

10 En algunos casos estos estudios encuentran efectos diferentes según el tamaño de firma y tipo de sector.

estudio citado de Harrison *et al.* (2014) halla que, bajo ciertos supuestos, el efecto neto sectorial de la innovación a nivel firma es positivo, ya que las ganancias provenientes de la expansión de mercado son mayores que las pérdidas por los empleos “robados” a la competencia. Otros estudios que exploran datos de innovación a nivel sectorial, focalizados nuevamente en países europeos, encuentran en general que la innovación de producto y las actividades de I+D generan aumentos de empleo, en especial en sectores de alta tecnología (Bogliacino y Pianta, 2010, Bogliacino y Vivarelli, 2012, Mastrostefano y Pianta, 2009, Evangelista y Savona, 2003, Greenan y Guellec, 2000).

### ***2.2.2 Automatización de tareas y empleo***

De la revisión efectuada para este trabajo surge que el único estudio que encuentra efectos negativos de la automatización es el de Acemoglu y Restrepo (2017), quienes hallan que las regiones estadounidenses más expuestas a la robotización industrial sufrieron caídas diferenciales en el empleo y los salarios entre 1990 y 2007. Del otro lado, hay una serie de estudios que encuentran efectos neutros, o incluso positivos en algún caso, sobre el nivel de empleo, a la vez que en general reportan impactos en materia de composición.

Entre estos estudios el de Graetz y Michaels (2015) también utiliza datos de robotización industrial, en este caso para 17 países europeos entre 1993 y 2007; los autores encuentran que la adopción de robots tuvo efectos positivos sobre la productividad laboral y los salarios, no tuvo impactos sobre las horas trabajadas y sesgó levemente la demanda de trabajo hacia empleos de alta calificación (nótese que este trabajo compara datos nacionales, mientras que Acemoglu y Restrepo (2017) usan información a nivel de mercados laborales regionales<sup>11</sup>).

Mann y Puttmann (2017) utilizan como variable explicativa de interés a las patentes otorgadas en Estados Unidos entre los años 1976 y 2014 que de algún modo están vinculadas a automatización de tareas. Los autores encuentran que el porcentaje de dichas patentes sobre el total otorgado creció de 25 a 67% en ese período (las altas cifras reportadas podrían sugerir que el método adoptado lleva a una definición bastante amplia del concepto de automatización). En el trabajo se asocian las patentes identificadas con las industrias donde pueden ser utilizadas y luego, a través de datos sobre estructura de empleo sectorial, a mercados laborales locales en los Estados Unidos. El resultado es que los avances en automatización tienen impactos positivos sobre dichos mercados, aunque mientras que declina el empleo industrial, aumenta el del sector servicios, más que compensando las pérdidas del primero; en particular, hay una caída del trabajo rutinario industrial mientras que crece el trabajo no rutinario en servicios.

---

11 Aunque no cuentan con datos sobre penetración de robots a ese nivel, los autores la estiman combinando el nivel de adopción de robots por sector ponderado por la composición de la estructura industrial de cada región.

En tanto, Autor y Salomons (2018) eligen como variable *proxy* la productividad tanto laboral como total de factores. La lógica es que dada la heterogeneidad de los canales de innovación es preferible usar una variable que se pueda interpretar como resumen de sus impactos; obsérvese que aquí entonces ya no se habla solo de automatización de tareas, ya que las innovaciones de producto también pueden generar ganancias de productividad. Asimismo, como asumen los propios autores, los cambios en la productividad pueden provenir de otros canales distintos a la innovación, tales como la *offhorización* de tareas. Los datos provienen de 19 países -15 de la Unión Europea, Australia, Corea Estados Unidos y Japón- entre los años 1970 y 2007. Sus resultados indican que los aumentos de productividad (en particular cuando se usa la productividad total de factores) han llevado a aumentos (modestos) en el empleo, sea que se lo mida en base al número de empleos totales como tomando el ratio de trabajadores empleados contra la población en edad de trabajar. El mecanismo detrás de estos hallazgos sería que, si bien las industrias que experimentan ganancias de productividad destruyen empleo, esas pérdidas son más que compensadas por los derrames que esas ganancias generan en otras actividades, tanto vía eslabonamientos insumo-producto como a través de aumentos en la demanda final. Desagregando los impactos de los aumentos de productividad por sector, encuentran que las ganancias en minería, servicios públicos y construcción reducen empleo debido a sus casi nulos impactos inter-sectoriales, mientras que la industria genera modestas ganancias de empleo y los servicios, ganancias algo mayores. Cuando analizan diferentes períodos, Autor y Salomons indican que la relación positiva entre empleo y productividad desaparece en los 2000<sup>12</sup>, algo que podría dar pie a pensar que el cambio tecnológico ha acentuado su carácter destructor de empleos (aunque hay otros factores que podrían estar en juego también, como cambios en el comercio, cuyos impactos no son analizados de forma específica). Finalmente, los autores sí hallan evidencia en favor de la hipótesis de polarización del empleo en contra del trabajo de media calificación.

Otra serie de estudios proponen examinar el vínculo entre la adopción de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) y el empleo. Antes de comentar sus resultados vale la pena repetir lo dicho antes; mientras que es posible asumir que la adopción de un robot implica siempre desplazar una actividad humana previa, este no es el caso de las TICs, las cuales en muchos casos complementan y elevan la productividad del trabajo humano, más que reemplazarlo (ver Dutz *et al.*, 2018, para una discusión y un modelo analítico en torno a los impactos posibles del uso de TICs sobre el empleo).

---

12 En otro trabajo Autor y Salomon (2017), con datos para 28 industrias en 18 naciones de la OECD, encuentran que las ganancias de productividad reducen el *share* del empleo sobre el valor agregado, relación que no estaba presente en los '70, pero que se hace negativa en los '80 y '90 y profundiza su intensidad en los 2000. Botazzi *et al.* (2010) encuentran similares efectos para Francia e Italia en un análisis a nivel sectorial.

Hecha esta aclaración, uno de estos trabajos es el de Michaels *et al.* (2014), que examina el impacto de la inversión en TICs sobre el empleo en 11 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) entre los años 1980 y 2004, encontrando que en las industrias con mayor uso de TICs hay un desplazamiento de trabajadores de media calificación en favor de los de alta calificación. En tanto, Bessen (2016) halla que el efecto neto del uso de las TICs sobre el empleo es positivo; el empleo crece relativamente más en las ocupaciones que usan dichas tecnologías, aunque parte de ese aumento es a costa de otras ocupaciones en las mismas industrias. A la vez, el uso de TICs genera pérdidas de empleo en ocupaciones de bajos salarios y ganancias en los puestos de altos salarios y eleva la participación de los trabajadores con mayor nivel educativo. Asimismo, el uso de computadoras está asociado a aumentos en las disparidades salariales dentro de cada ocupación. En otro estudio, Bessen (2017) encuentra que el uso de TICs se asocia con aumentos del empleo en sectores no manufactureros y caídas de puestos de trabajo en sectores industriales. Esto se explica por la mayor elasticidad de la demanda en los primeros, frente a la mayor saciedad de la demanda en el mundo industrial.

En un estudio para la Argentina, Brambilla y Tortarolo (2018), quienes usan datos a nivel empresa, hallan que la adopción de TICs lleva a aumentos salariales y de productividad, en particular para firmas de elevada productividad y que emplean trabajo de alto nivel de calificación. A su vez dicha adopción induce una menor demanda relativa de empleo de baja calificación, aunque en términos absolutos estimula la creación de empleos en todas las categorías de *skills* (este efecto se da con más intensidad en empresas de rápido crecimiento).

Finalmente, Autor *et al.* (2015) discuten el impacto relativo de la automatización medida en función de la participación de los empleos rutinarios sobre el total de empleo en cada mercado regional de trabajo en Estados Unidos. Los autores hallan que, así estimada, la automatización no tiene impactos de nivel sobre el empleo, aunque sí provoca cambios de composición, ya que reduce la participación de las tareas rutinarias -tanto productivas como administrativas- en la industria y en los servicios, generando polarización salarial. Gregory *et al.* (2016) -utilizando una variable similar a la de Autor *et al.* (2015) y trabajando con regiones europeas-, a su vez, hallan que el cambio tecnológico que reemplaza rutinas, si bien desplaza empleo de manera directa, genera ganancias netas de puestos de trabajo dado que los ahorros de costos llevan a las empresas a demandar más bienes transables, elevando el empleo en otros sectores; a posteriori, los trabajadores de esos sectores generan una mayor demanda (y contribuyen a aumentar el empleo) en sectores no transables. Aaronson y Phelan (2018), en tanto, examinan el impacto de los aumentos de salarios mínimos en Estados Unidos, asumiendo que los mismos tienden a favorecer cambios tecnológicos ahorradores de mano de obra. Los autores hallan que dichos aumentos generan pérdidas de empleo en actividades rutinarias cognitivas (e.g., cajeros), no tienen

impactos sobre las tareas rutinarias manuales y, por último, generan efectos positivos sobre las actividades que son intensivas en contactos interpersonales (e.g., atención al cliente).

### ***2.2.3 Discusión***

¿Qué es posible aprender de lo hasta aquí expuesto? Primero, la innovación, entendida en sentido amplio, no parece generar pérdidas de empleo e incluso ha venido asociada, al menos hasta ahora, con una expansión de los puestos de trabajo, en particular gracias a la emergencia de innovaciones de producto. Segundo, es posible que la innovación de procesos *per se* induzca pérdidas de empleo, aunque las mismas pueden ser compensadas en ciertos casos por bajas de costos y subsecuentes expansiones de la producción. Tercero, los impactos de la automatización de tareas, una variante de la innovación de procesos, son hasta ahora ambiguos; sin embargo, el que probablemente es el trabajo más riguroso de los hasta ahora conocidos (Acemoglu y Restrepo, 2017) muestra que genera caídas de empleo en los mercados locales más expuestos a dicho fenómeno. Cuarto, las TICs, otra variante de la innovación de procesos, no parecen causar pérdidas de empleo. Quinto, y seguramente el área en donde hay mayor consenso en la literatura empírica conocida, todas las variantes del cambio tecnológico tienen impactos de composición sobre la fuerza de trabajo, sea a favor del empleo más calificado, o sea vía polarización; esto puede darse bien como caídas absolutas de ciertos tipos de ocupaciones o bien como aumentos relativamente menores de aquellas.

Dicho esto, es necesario resaltar que todos los trabajos conocidos tienen diversas limitaciones. Esto lleva a examinar sus resultados con cautela, a la vez que limita la comparabilidad entre ellos. Mientras que los estudios basados en *surveys* a empresas tienen la ventaja de que se realizan de manera periódica desde hace tiempo en varios países, con formatos unificados y una cobertura amplia de las actividades innovadoras, los mismos dependen de respuestas subjetivas, no permiten examinar los impactos específicos de la automatización de tareas y sus resultados son válidos esencialmente a nivel empresa, perdiendo de vista los efectos más agregados.

En tanto, los trabajos que analizan la automatización de tareas se limitan a algunas de sus variantes. Más aún, es evidente que la robotización, *per se* y de manera estática, destruye empleos. La cuestión es entender los impactos agregados y de largo plazo. En este sentido, por ejemplo, si bien el trabajo citado de Acemoglu y Restrepo (2017) halla efectos negativos de la automatización, los mismos se dan a nivel de mercados locales de trabajo. Sin embargo, podría ocurrir que en el agregado esas pérdidas se compensen total o parcialmente por ganancias de empleo en otras zonas. En tanto, los estudios que utilizan datos de TICs tienen el problema de que no es obvio que esas tecnologías reemplacen empleo humano; más bien pueden

complementarlo y en ese caso no es sorprendente que tiendan a generar un premio salarial para aquellos trabajadores que puedan dominarlas.

Por cierto, nada permite asegurar que los resultados basados en información del pasado se mantengan en el futuro (más aún, algunos trabajos aquí citados sugieren que podría estar produciéndose un quiebre de tendencias y que la automatización al presente tiene mayores efectos destructivos del empleo que en el pasado, tal vez por sus costos decrecientes). Por otro lado, hay tecnologías asociadas a la automatización que todavía no se han desplegado de modo masivo; por tanto sus impactos no han sido examinados aún (e.g., impresoras 3D).

Asimismo, es previsible que los impactos de la automatización de tareas difieran, incluso significativamente, en función de los contextos nacionales, atento al hecho de que los países tienen distintas dotaciones factoriales, marcos regulatorios, instituciones laborales, estructuras productivas, etc. (Calvino y Virgillito, 2018). La difusión de diferentes tecnologías asociadas a la automatización seguramente tendrá también efectos diferentes para distintos países a partir de las consecuencias que genere sobre los procesos de división del trabajo a escala global y regional y las tendencias al *offshoring* y/o *reshoring* de tareas. Finalmente, aunque es obvio decirlo, los efectos de la automatización diferirán en función del estado de la economía global y su ritmo de crecimiento.

En este contexto incierto, tal vez lo único seguro es que harán falta esfuerzos para generar nuevas calificaciones en la fuerza de trabajo y facilitar la movilidad de los trabajadores entre sectores y regiones. Existen pocos antecedentes exitosos en esta materia, lo cual por cierto lleva a enfatizar la necesidad de pensar seriamente esquemas novedosos que permitan amortiguar los impactos negativos que la automatización puede tener sobre determinadas franjas de la fuerza de trabajo. En la sección 4 y al final del documento retomamos estas cuestiones.

### 3) Los cambios en la estructura ocupacional uruguaya

#### *3.1 Fuentes de información*

Para llevar a cabo el estudio de la evolución de la estructura del empleo en Uruguay desde comienzos de los noventa hasta 2016 se utilizan los microdatos provenientes de la Encuesta Continua de Hogares (ECH). El período bajo análisis es 1991-2016. La ECH es llevada a cabo anualmente por el Instituto Nacional de Estadística de Uruguay. Hasta el año 2005 solo era realizada en áreas urbanas del país y a partir de allí pasó a tener cobertura nacional al incluir áreas rurales en su muestra. Por lo tanto, con el fin de mantener la comparabilidad en el tiempo, el análisis se restringe exclusivamente a las áreas urbanas.

Teniendo en cuenta los objetivos del estudio y la disponibilidad de información proveniente de esta fuente de datos, los sectores de actividad que serán analizados son comercio al por menor y servicios financieros. Las actividades forestales no serán incorporadas en esta parte del estudio debido a que no es posible identificarlas adecuadamente a partir de la ECH, especialmente para el período donde la misma solo tiene cobertura urbana.

Adicionalmente a los cambios en la cobertura geográfica, a lo largo de las últimas dos décadas la ECH ha modificado tanto los clasificadores de actividad y de ocupación utilizados como el nivel de desagregación con el cual se presenta la información. En relación a la rama de actividad, hasta el año 1999 se usó Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) revisión 2, desde el año 2000 hasta el 2011 CIIU revisión 3 y desde 2012 en adelante CIIU revisión 4. Asimismo, recién desde el año 2005 la información se desagrega a 4 dígitos mientras que en los años anteriores solo se lo hacía a 2 dígitos. Esto implicó llevar a cabo una tarea de armonización de los tres clasificadores de modo de construir una serie homogénea para cada uno de los dos sectores de actividad bajo análisis. Lamentablemente, no fue posible hacer esta armonización entre la revisión 2 y 3, por lo que no se logró construir una serie comparable para el período completo 1991-2016 completo, tal como se explica más abajo.

En el caso de comercio al por menor las actividades que generan interrupciones en las series son, por un lado, la venta de combustibles, por otro la venta de automóviles y, finalmente, los servicios de reparaciones. En particular, la CIIU2 a dos

dígitos incluye a las dos primeras, pero no a la tercera dentro de la rama 62 (“Comercio al por menor”), la que queda clasificada dentro de la rama 95 que incluye, a su vez, un conjunto extenso de otras actividades. Ello imposibilita, por lo tanto, su traspaso desde la rama 95 a la 62. La CIIU3, por el contrario, incluye dentro de la rama 52 (“Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; reparación defectos personales y enseres domésticos”) las reparaciones, pero no las ventas ni de vehículos ni de combustible, las que quedan clasificadas en la rama 50. Finalmente, la CIIU4 a dos dígitos incluye dentro de la rama 47 (“Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas”) la venta de combustibles, pero no la venta de automóviles ni las actividades de reparación.

Por lo tanto, el paso de CIIU2 a CIIU3 (en el año 2000), teniendo en cuenta la apertura a dos dígitos, (1) implica incluir dentro de comercio al por menor a las actividades de reparaciones, pero (2) permite excluir la venta de combustibles y de automóviles. Sin embargo, la apertura a 4 dígitos a partir del año 2005 permite construir una serie de ventas minoristas excluyendo las tres actividades. A su vez, el paso de CIIU3 a CIIU4 (en el año 2012), también considerando una apertura a 2 dígitos, (1) permite excluir del sector a las actividades de reparaciones y la venta de automóviles, pero (2) vuelve a incluir la venta de combustibles dentro de la venta minorista. De todos modos, la desagregación de la rama de actividad a 4 dígitos permite excluir también a estas dos actividades.

Vale la pena mencionar que lo ideal sería -teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo y, en particular, los estudios de caso presentados en la Sección 4- analizar específicamente la evolución del empleo en supermercados. En ese sentido, si bien desde 2005 en adelante es posible identificar específicamente el empleo en establecimientos no especializados, aparece una discontinuidad significativa en el año 2012 asociada al cambio de clasificador que, aún con una apertura a 4 dígitos, no es posible corregir. A ello contribuye, también, la escasa cantidad de observaciones muestrales a este nivel de desagregación.

A partir de todas estas consideraciones, en relación a las actividades de comercio al por menor se trabajará con cuatro series alternativas:

Definición 1: Comercio al por menor - actividades de reparación + venta de combustibles + venta de automóviles. Período 1991-1999.

Definición 2: Comercio al por menor + actividades de reparación - venta de combustibles - venta de automóviles. Período 2000-2016.

Definición 3: Comercio al por menor - actividades de reparación - venta de combustibles - venta de automóviles. Período 2005-2016.

Definición 4: Venta en comercios no especializados. Período 2012-2016.

En el caso de servicios financieros tampoco fue posible construir una serie homogénea para todo el período. Específicamente, en la revisión 2 (utilizada para el período 1991-1999) a dos dígitos se incluyen dentro del sector (rama 81) las actividades auxiliares de la intermediación financiera pero luego, a partir del uso de CIIU3 entre 2000 y 2011 y CIIU4, desde 2012 en adelante, es posible excluidas del análisis, lo que nos acerca más al estudio de caso presentado en la Sección 4 de este documento. Es por ello que la serie también presentará una discontinuidad en el año 2000.

Finalmente, en relación al clasificador de ocupaciones también hubo modificaciones en el período bajo análisis. A partir de 2001 y hasta 2011 se usó el Clasificador Internacional Uniforme de Ocupaciones-88 (CIUO-88) y desde 2012 en adelante el CIUO-08. Estos cambios también implicaron un trabajo de armonización y correspondencia entre ellos. A su vez, a partir del año 2005 la clasificación se amplió de 3 a 4 dígitos.

### ***3.2 Metodología***

A fin de contextualizar los estudios de caso incluidos en este documento, en la sección siguiente se realiza un análisis de los cambios registrados en la estructura ocupacional en las áreas urbanas del país desde 1991 hasta 2016. En particular, se busca evaluar los cambios en:

- I. La participación en el empleo urbano de las actividades de comercio al por menor y de servicios financieros.
- II. La composición del empleo total y en cada uno de los dos sectores productivos según nivel educativo.
- III. La estructura de ocupaciones según tipo de tareas realizadas en el sector de comercio al por menor.<sup>13</sup>

El objetivo principal de estos ejercicios es identificar si las modificaciones en la estructura ocupacional en las dos ramas de actividad mencionadas han estado sesgadas hacia mayores niveles de educación y, fundamentalmente, hacia ocupaciones con un menor contenido de tareas manuales y con un mayor contenido de tareas cognitivas.

---

<sup>13</sup> Este análisis no pudo ser realizado en el caso de los servicios financieros debido a la insuficiente cantidad de observaciones muestrales correspondientes al sector, en relación a las necesarias para el nivel de desagregación que requiere este tipo de ejercicios.

Para llevar a cabo este análisis se sigue la misma metodología utilizada en Apella y Zunino (2017). Ambos estudios siguen, a su vez, el “enfoque de tareas”, propuesto por Autor *et al.* (2003) y Acemoglu y Autor (2011), entre otros. De acuerdo a estos autores, en lugar de caracterizar las ocupaciones según su nivel de calificación resulta más adecuado hacerlo según el tipo de tareas que son llevadas a cabo por los trabajadores en cada una de ellas. Ello se vuelve aún más relevante a la hora de evaluar el impacto del avance tecnológico en la estructura del mercado de trabajo, ya que esta perspectiva permite identificar qué tipo de actividades involucra cada ocupación a la vez que evaluar su evolución en el tiempo. De todas maneras, ambos enfoques están vinculados ya que los trabajadores deben poseer ciertas calificaciones y habilidades para llevar a cabo las tareas que requiere un determinado puesto de trabajo.

En concreto, aquí se busca obtener para cada ocupación en cada momento del tiempo una medida de la intensidad con la que se realizan diferentes tipos de tareas de modo de evaluar si los cambios observados en ella son consecuencia, al menos parcialmente, del cambio tecnológico y, en particular, de la automatización, aspectos discutidos en detalle en la Sección 2 de este documento.

El primer paso para alcanzar tal objetivo es contar con información referida, precisamente, al tipo de actividades que se llevan a cabo en cada puesto de trabajo. Para ello se recurre a la base de datos desarrollada por O\*Net (Occupational Information Network) que brinda de manera periódica desde el año 2000 información sobre el contenido de tareas en un conjunto amplio de ocupaciones en Estados Unidos. Esta base de datos hace uso, a su vez, de la clasificación propuesta por la Standard Occupational Classification (SOC) del Bureau of Labor Statistics (BLS) de dicho país, a la que adiciona información proveniente de encuestas a trabajadores y de expertos y analistas en ocupaciones.

En particular, O\*Net computa la importancia (medida a partir de una escala entre 0 y 100) de un set muy amplio de diferentes tareas en la ejecución de alrededor de 1.000 ocupaciones de la SOC. Cuanto mayor es el índice, mayor es la intensidad con la que se realiza una determinada tarea en cada puesto de trabajo. Basados en tres criterios utilizados en O\*Net (“work activities”, “work context” y “abilities”), Acemoglu y Autor (2011), a su vez, seleccionan 16 de ellas, las que se detallan a continuación:

1. “Pace determined by speed of equipment” (MR)<sup>14</sup>
2. “Controlling machines and processes” (MR)
3. “Spend time making repetitive motions” (MR)

---

14 A modo de ejemplo, los “operadores y encargados de maquinarias para la fabricación de fibras sintéticas” tienen un índice muy elevado, de 94, en esta dimensión; por el contrario, los “estadísticos” o “desarrolladores de software” tienen un índice igual a cero, indicando que en estas ocupaciones el ritmo de trabajo no está determinado por la velocidad del equipo o de las maquinarias que usan.

4. “Operating vehicles, mechanized devices, or equipment” (MnR)<sup>15</sup>
5. “Spend time using hands to handle, control or feel objects, tools or controls” (MnR)
6. “Manual dexterity” (MnR)
7. “Spatial orientation” (MnR)
  
8. “Importance of repeating the same tasks” (CR)<sup>16</sup>
9. “Importance of being exact or accurate” (CR)
10. “Structured v. Unstructured work” (CR)
  
11. “Analyzing data/information” (CnRA)<sup>17</sup>
12. “Thinking creatively” (CnRA)
13. “Interpreting information for others” (CnRA)
  
14. “Establishing and maintaining personal relationships” (CnRI)<sup>18</sup>
15. “Guiding, directing and motivating subordinates” (CnRI)
16. “Coaching/developing others” (CnRI)

Posteriormente, estos autores reducen esta información a cinco medidas de intensidad de las tareas en cada ocupación, según sean éstas de naturaleza manual o cognitiva y según sean o no rutinarias. La composición de cada una de estas cinco categorías de tareas a partir de las 16 originales está identificada en el listado anterior. En particular, se diferencian (1) las tareas manuales rutinarias (MR), (2) las tareas manuales no rutinarias (MnR), (3) las tareas cognitivas rutinarias (CR) y (4) las tareas cognitivas no rutinarias (CnR). Éstas, a su vez, son desagregadas en dos categorías adicionales, cognitivas no rutinarias analíticas (CnRA) y cognitivas no rutinarias interpersonales (CnRI).

El segundo paso es aplicar esta información a la estructura de ocupaciones de Uruguay. Para ello se usaron las ECH correspondientes a 2003 y 2016 y los datos de O\*Net de cada uno de esos años, respectivamente. Se decidió empezar el análisis en este año debido a que, si bien O\*Net comienza a brindar información en el año 2000, la primera evaluación completa de tareas se realizó en el año 2003. Para llevar a cabo la armonización entre O\*Net y cada ECH es necesario realizar la conversión de los clasificadores CIUO-88 y CIUO-08, ya mencionados, al clasificador O\*Net

---

15 Los “pilotos de avión” reciben el valor más alto en esta categoría, 97, mientras que, entre otros, los “diseñadores de videojuegos” se ubican en el extremo opuesto con un valor igual a cero.

16 Por ejemplo, los “empleados de facturación” reciben un valor muy elevado mientras que lo contrario sucede entre los “trabajadores de reparaciones y mantenimiento”.

17 “Economistas”, “actuarios”, “estadísticos” son ejemplos de ocupaciones con valores elevados en este tipo de tareas; “manicuristas” son ejemplo de lo contrario.

18 Los “gerentes de relaciones públicas” obtienen el valor máximo mientras que los “mineros” obtienen el valor mínimo.

correspondiente a cada año. En particular, para ambos años se realizó la armonización entre la SOC y CIUO-08, provista por el Bureau of Labor Statistics y, para el año 2003, previamente se realizó la conversión del CIUO-88 al CIUO-08, provista por la Organización Internacional del Trabajo. Como señalan Apella y Zunino (2017), un supuesto importante de esta metodología es que se asume como válida para Uruguay la caracterización de cada ocupación definida para Estados Unidos, aspecto que deberá ser tenido en cuenta al evaluar los resultados.

Finalmente, luego de asignar el valor de cada una de estos 16 tipos de tareas ( $t$ ) a cada ocupación presente en los microdatos de las encuestas, se los estandariza a fin de hacer la información comparable en el tiempo. La estandarización se realiza considerando de manera conjunta los microdatos correspondientes a los años 2003 y 2016, a partir de la siguiente fórmula:

$$\forall i \forall j \in J t_{i,j}^{std} = \frac{t_i - \mu_j}{\delta_j}$$

donde  $J$  es el conjunto de 16 ítems ya mencionados<sup>19</sup> para el individuo  $i$  y  $\mu_j$  y  $\delta_j$  representan, respectivamente, el promedio ponderado y la desviación estándar de la tarea  $j$  en el periodo 2003-2016. Éstos son, a su vez, calculados de la siguiente manera:

$$\forall j \in J \mu_j = \frac{\sum_{i=1}^N t_{i,j} \times w_i}{\sum_{i=1}^N w_i} \quad J$$

$$\forall j \in J \delta_j = \left( \frac{\sum_{i=1}^N w_i (t_{i,j} - \mu_j)^2}{\sum_{i=1}^N w_i} \right)^{1/2}$$

donde  $w_i$  es el peso relativo atribuido al individuo  $i$ .

Una vez finalizado este proceso la construcción de las medidas de intensidad de cada uno de los cinco grupos de tareas se obtiene sumando los valores obtenidos por los atributos correspondientes a cada una de ellas y realizando nuevamente el mismo proceso de estandarización. Luego, los valores para cada uno de los dos años - 2003 y 2016- son comparados con el promedio (que surge de considerar a ambos años de manera conjunta) de modo de identificar los cambios en el contenido de tareas a lo largo del período bajo estudio.

---

19 Para el año 2003, O\*Net no proporciona el elemento “Ser Estructurado”, perteneciente a la tarea CR, por lo que para este período se utilizaron 15 ítems.

Además de permitir evaluar el cambio temporal en la intensidad de las tareas en el total del empleo este enfoque permite descomponer estos cambios en diferentes factores. El primero de ellos refiere al efecto sectorial (ES), que mide el cambio de intensidad en las tareas explicado por el movimiento de los trabajadores entre las diferentes ramas de actividad con distinto contenido de ocupaciones y tareas. El segundo proviene del cambio entre ocupaciones (OC) dentro de un mismo sector, que se relaciona con los movimientos de los trabajadores entre distintos puestos de trabajo con diferentes combinaciones de tareas. El tercer efecto refiere a los cambios al interior de cada ocupación (IO), que captura la contribución de los cambios en la intensidad de las tareas requeridas para su desarrollo.

Asimismo, como lo señalan Apella y Zunino (2017), los cambios en el nivel educativo de la población ocupada resultan relevantes aquí ya que, de alguna manera, determinan la capacidad de los trabajadores de adaptarse a los nuevos requerimientos laborales. Por lo tanto, la estimación del efecto de cada uno de los tres canales mencionados anteriormente será “controlada” por los cambios en el nivel de educación de los trabajadores (EE). Por último, se contempla el efecto interacción (INT) entre todos los efectos anteriores. El ejercicio de descomposición se calcula siguiendo la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
IT_{i \in T}(IT_i^{2016} - IT_i^{2003}) &= (\sum_{j \in S} \sum_{k \in E} t_{i,j,k,16}^{16} h_{j,k}^{16} - \sum_{j \in S} \sum_{k \in E} t_{i,j,k,03}^{03} h_{j,k}^{03}) \\
IT_{i \in T}(IT_i^{2016} - IT_i^{2003}) &= ES_i + EE_i + EO_i + IO_i + INT_i \\
\forall_{i \in T} ES_i &= \sum_{j \in S} [t_{i,j,k,03}^{03} (h_j^{16} - h_j^{03})] \\
\forall_{i \in T} EE_i &= \sum_{j \in S} \left( \sum_{k \in E} t_{i,j,k,03}^{03} \left( \frac{h_{j,k}^{16}}{h_j^{16}} - \frac{h_{j,k}^{03}}{h_j^{03}} \right) \right) h_j^{03} \\
\forall_{i \in T} EO_i &= \sum_{j \in S} \sum_{k \in E} (t_{i,j,k,03}^{16} - t_{i,j,k,03}^{03}) h_{j,k}^{03} \\
\forall_{i \in T} IO_i &= \sum_{j \in S} \sum_{k \in E} (t_{i,j,k,16}^{16} - t_{i,j,k,03}^{16}) h_{j,k}^{03} \\
\forall_{i \in T} INT_i &= \sum_{j \in S} \sum_{k \in E} (t_{i,j,k,16}^{16} - t_{i,j,k,03}^{03}) (h_{j,k}^{16} - h_{j,k}^{03}) + \sum_{j \in S} \sum_{k \in E} t_{i,j,k,03}^{03} \left( h_{j,k}^{16} \left( 1 - \frac{h_j^{03}}{h_j^{16}} \right) + h_{j,k}^{03} \left( 1 - \frac{h_j^{16}}{h_j^{03}} \right) \right)
\end{aligned}$$

donde  $t_{i,j,k,16}^{16}$  y  $t_{i,j,k,03}^{03}$  representan el valor promedio de la intensidad de la tarea  $i$  para el trabajador en el sector  $j$ , con educación  $k$ , en el año  $y=[2003,2016]$ , calculado a partir de la utilización de O\*Net 2013 y O\*Net 2016, respectivamente.  $h_{j,k}^{16}$  representa el porcentaje del empleo en el sector  $j$ , con nivel educativo  $k$ . Aquellas variables que omiten el subíndice  $k$  se refieren al promedio sectorial.  $T$  es el conjunto de los cinco tipos de tareas definidos anteriormente.  $S$  es el conjunto de 13 ramas de

actividad consideradas y  $E$  es el conjunto de cinco niveles educativos (hasta primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, terciaria incompleta, terciaria completa). En el análisis específico del comercio al por menor la descomposición recién señalada incorporará un factor menos que en el análisis agregado ya que desaparece el efecto sectorial.

### ***3.3 Análisis de la evolución y composición del empleo en las actividades de comercio al por menor y los servicios financieros***

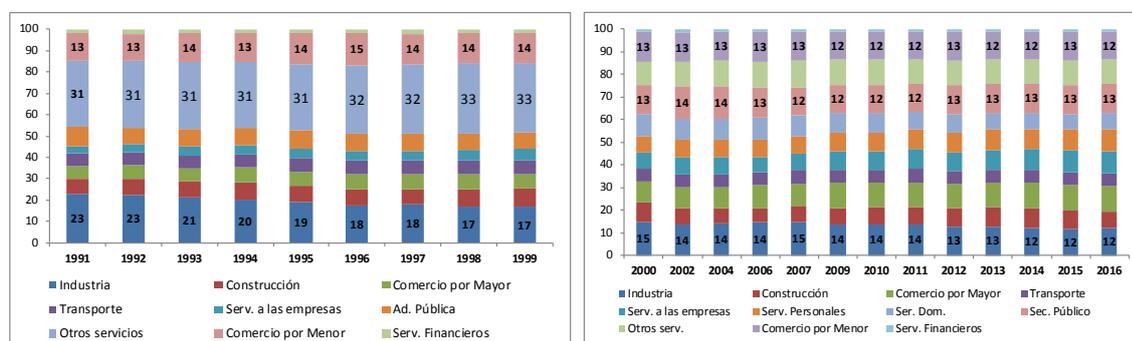
#### ***3.3.1 Evolución de la composición del empleo urbano según sectores de actividad***

En el Gráfico 1 se presenta la evolución del empleo urbano según rama de actividad, separado en dos períodos debido al cambio en el clasificador utilizado. Como allí puede observarse, a lo largo de los últimos 25 años las actividades de comercio al por menor han venido concentrando alrededor del 12/14% del empleo total del país.

Durante la década de los noventa este sector era el tercer empleador luego del conjunto amplio de sectores incluidos en los servicios y de la industria manufacturera. Sin embargo, ésta exhibe una clara tendencia decreciente a lo largo de esos años que contrasta con cierto crecimiento del comercio, por lo que la brecha entre ambos se fue reduciendo.

A partir del año 2000, cuando es posible considerar una apertura sectorial mayor, se observa que la generación de empleo en la venta minorista empieza a ganar posiciones frente a las actividades manufactureras, las que experimentaron cierta estabilidad durante la primera década del nuevo milenio (en el entorno de 14%) para luego, nuevamente, registrar pérdidas en su importancia relativa desde 2009 en adelante. Ello hizo que en los últimos años el comercio al por menor sea el segundo empleador después del sector público (que incluye administración, educación y salud pública). De todas maneras, las diferencias entre estas tres ramas de actividad son muy pequeñas.

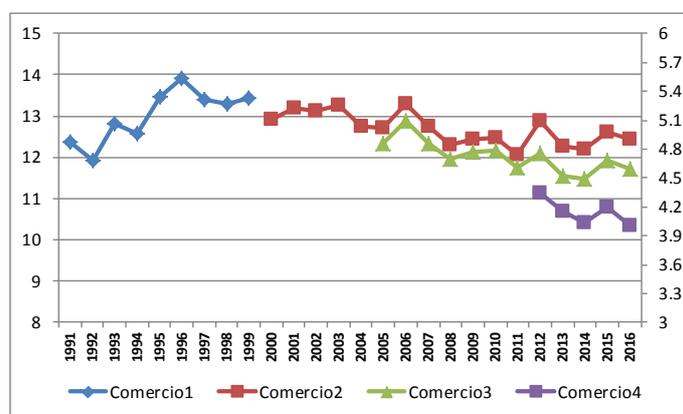
**Gráfico 1**  
**Evolución de la composición del empleo urbano**  
**según rama de actividad. 1991-2016**



Fuente: elaboración propia en base a la ECH (INE-Uruguay).

El Gráfico 2 presenta con mayor detalle las cuatro series de comercio al por menor descritas anteriormente. Debe recordarse que la serie para los años noventa (Comercio1) incluye la venta de combustibles y de automóviles, pero excluye las actividades de reparación. A su vez, mientras las dos series siguientes excluyen la venta de combustibles y de automóviles, la segunda (Comercio2) incluye las tareas de reparación mientras que la tercera (Comercio3) las excluye también. El cuarto indicador, por su parte, solo mide el empleo en establecimientos no especializados. Como allí se observa, más allá de ciertas fluctuaciones, parecen observarse dos tendencias diferentes en la participación del empleo sectorial en el total del empleo urbano: un leve crecimiento durante la década de los noventa (de solo 1 punto porcentual) y una pequeña reducción o estancamiento desde el año 2000 en adelante.

**Gráfico 2**  
**Evolución del empleo urbano en actividades de comercio**  
**al por menor. 1991-2016**

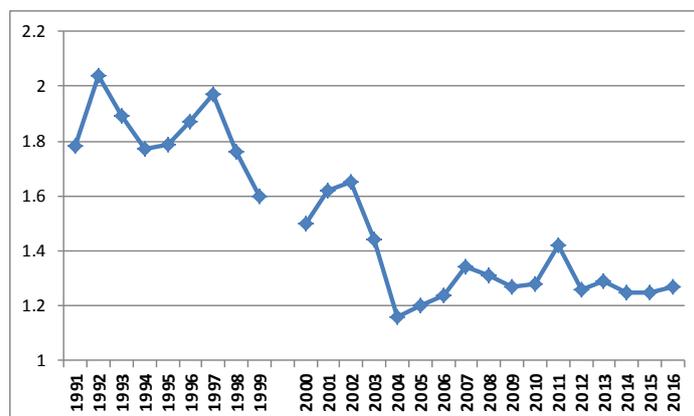


Fuente: elaboración propia en base a la ECH (INE-Uruguay).

A su vez, cuando se comparan la segunda y tercera serie se observa cierto crecimiento en la brecha entre ambas a favor de la primera, lo cual está relacionado con la reducción del empleo en las actividades de reparación. Finalmente, la ocupación en establecimientos de comercio al por menor no especializados (supermercados) ronda el 4% del empleo total y concentra alrededor del 34% de los puestos de trabajo en la venta minorista.

El empleo en los servicios financieros, por su parte, resulta significativamente más bajo que el generado en comercio al por menor; solo alrededor del 1,2 y 2% del total de los ocupados se desempeñan en esta actividad (Gráfico 3). Cuando se analiza su evolución se observa, primero que, entre los años 1991 y 1997, la participación relativa del empleo sectorial se ubicó entre el 1% y 2%; a partir de allí se evidencia una tendencia decreciente hasta el año 2004 y luego cierta estabilidad en el entorno de 1,2 y 1,4%. Por lo tanto, los servicios financieros concentran una cantidad de puestos de trabajo incluso inferior al generado en los establecimientos de comercio al por menor no especializados (supermercados).

**Gráfico 3**  
**Evolución del empleo urbano en servicios financieros**  
**1991-2016**



Fuente: elaboración propia en base a la ECH (INE-Uruguay).

### ***3.3.2 Evolución en la estructura ocupacional por nivel educativo en el comercio al por menor y los servicios financieros***

Luego de haber presentado la evolución y estructura actual del empleo sectorial, en esta sección se analizan los cambios en la composición según nivel educativo, tanto del empleo total como del empleo en comercio al por menor y en servicios financieros.

Al igual que en el resto de América Latina, en Uruguay se ha verificado un proceso de aumento del nivel educativo promedio de la población ocupada. Tal como

se observa en el Cuadro 1, ello es producto de una reducción sistemática del porcentaje de trabajadores que no poseen secundaria completa y un crecimiento del empleo de las dos categorías siguientes. Estas tendencias se verifican tanto en la década de los noventa como durante el nuevo milenio, si bien con algunas diferencias. En particular, en los noventa el mayor aumento relativo se dio en el empleo de trabajadores con calificaciones intermedias. Por el contrario, la caída del 18% del empleo de los ocupados con hasta secundaria incompleta (-12.6 puntos porcentuales (pp)) durante los 2000 es la contracara del incremento del 37% (+7.2 pp) del empleo de aquellos que poseen secundaria completa y universitaria incompleta, y del 54% (+5.3 pp) de los ocupados con universitaria completa. Por lo tanto, la estructura del empleo urbano total según nivel de educación ha cambiado fuertemente en el país. No obstante, a pesar de ello, actualmente el 58% de la ocupación es explicado por el nivel educativo más bajo (hasta secundaria incompleta), 27% por el nivel intermedio y solo el 15% por el nivel universitario.

**Cuadro 1**  
**Evolución del empleo urbano según nivel educativo**

	1991	1999	2001	2005	2012	2013	2014	2015	2016	Var. 1991-1999		Var. 2001-2016	
										%	pp	%	pp
<b>Empleo total</b>													
HSI	73	67	71	65	61	59	58	59	58	-9%	-6.2	-18%	-12.6
SC/TI	19	24	19	24	26	26	27	26	27	26%	5.0	37%	7.2
TC	8	9	10	11	14	15	15	15	15	16%	1.3	54%	5.3
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
<b>Comercio 1</b>													
HSI	81	74								-8%	-6.3		
SC/TI	18	24								37%	6.6		
TC	2	2								-13%	-0.2		
TOTAL	100	100											
<b>Comercio 2</b>													
HSI			77	73	74	73	72	71	71			-7%	-5.1
SC/TI			22	25	24	25	26	26	26			20%	4.2
TC			2	2	3	2	3	3	3			46%	0.9
TOTAL			100	100	100	100	100	100	100				
<b>Comercio 3</b>													
HSI				73	73	72	71	71	71				
SC/TI				25	24	25	26	26	26				
TC				2	3	2	3	3	3				
TOTAL				100	100	100	100	100	100				
<b>Comercio 4</b>													
HSI					78	76	76	76	75				
SC/TI					20	22	23	22	23				
TC					2	1	2	2	2				
TOTAL					100	100	100	100	100				
<b>Serv. Financieros</b>													
HSI	49	30	29	26	27	27	23	24	24	-39%	-19.0	-16%	-4.7
SC/TI	43	56	52	54	49	49	47	44	47	30%	12.8	-11%	-5.5
TC	8	14	19	20	24	24	30	32	29	76%	6.2	54%	10.2
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100				

Fuente: elaboración propia en base a la ECH (INE-Uruguay).

Las tendencias en el total del empleo, sin embargo, no se observan con igual signo e intensidad en los dos sectores aquí considerados. A su vez, la estructura de la ocupación según el nivel educativo difiere tanto entre las dos ramas, como entre éstas y el empleo total. En efecto, el comercio concentra un porcentaje significativamente más elevado de trabajadores con bajo nivel educativo, donde el porcentaje de aquellos que no completaron el nivel medio supera en aproximadamente 13 pp el registrado para el total del empleo. Por el contrario, solo alrededor del 3% del empleo sectorial es explicado por trabajadores con educación universitaria (frente al 15% en el promedio de todas las actividades económicas).

Como era esperable, la situación opuesta es verificada en los servicios financieros, donde solo un cuarto del empleo es realizado por trabajadores con bajas credenciales educativas y alrededor del 30% es desarrollado por aquellos que poseen nivel universitario completo. En consecuencia, los dos sectores de bajo estudio son altamente contrapuestos en esta dimensión: por un lado, las ventas minoristas que requieren niveles de educación bajo y medio y, por otro, los servicios financieros que se ubican en la situación contraria.

Sin embargo, más allá de estas diferencias, en ambos sectores, al igual que para el total del empleo, durante el nuevo milenio se verificó una reducción en la participación relativa del grupo de trabajadores de bajas calificaciones. En el caso de comercio, esta caída fue compensada casi exclusivamente por el aumento en la participación de los ocupados con nivel intermedio mientras que la porción representada por lo ocupados con nivel universitario se mantuvo prácticamente sin cambios. Además, durante el nuevo milenio, los cambios han sido menos intensos que para el total del empleo. En particular, la reducción de la participación del nivel educativo bajo en el sector fue de 5 pp mientras que en el empleo global fue de casi 13 pp. El aumento del nivel educativo intermedio fue de 4 pp y 7 pp, y el del nivel universitario de 1 pp y 5 pp, respectivamente. Por lo tanto, estos valores parecen sugerir que, si bien el empleo sectorial ha seguido la tendencia de mayores demandas de calificaciones observada para el conjunto del empleo, en este caso la misma se ha concentrado en el pasaje desde los niveles educativos muy bajos a los intermedios, sin registrar incrementos relevantes en los requerimientos de mano de obra altamente calificada.

Si bien no se cuenta con una serie larga exclusivamente para el subsector de venta en comercios no especializados (supermercados), la estructura actual del empleo resulta ser aún más sesgada hacia niveles educativos bajos, con un mayor porcentaje de trabajadores con hasta secundaria incompleta o con secundaria completa o universitaria incompleta, en relación al conjunto del empleo y a la ocupación en ventas minoristas. En particular, el 75% de los trabajadores de supermercados no

posee nivel secundario completo, representando 17 pp y 4 pp más, respectivamente, que en aquellos dos grupos.

En el caso de los servicios financieros, la reducción de la proporción del empleo de bajas calificaciones fue más intensa que para el conjunto de la ocupación y verificada especialmente durante la década de los noventa, con una caída de casi 20 pp. La tendencia continuó posteriormente con una baja adicional de 5 pp durante el nuevo milenio. A su vez, entre ambos períodos también resultan diferentes los grupos de trabajadores que compensaron esta pérdida relativa. Entre los años 1991 y 1999 la reducción de esta última fue la contracara del aumento de los niveles intermedios y de los niveles más altos de educación. En el nuevo milenio, por el contrario, también se observa una reducción del porcentaje de ocupados con nivel secundario completo y universitario incompleto, por lo que el único grupo que gana espacio al interior del empleo sectorial fue el de aquellos con universitario completo. De hecho, su incremento resulta particularmente significativo -10 pp, 54%-, aumento que, en puntos porcentuales, duplica el observado para el total del empleo entre los años 2001 y 2016.

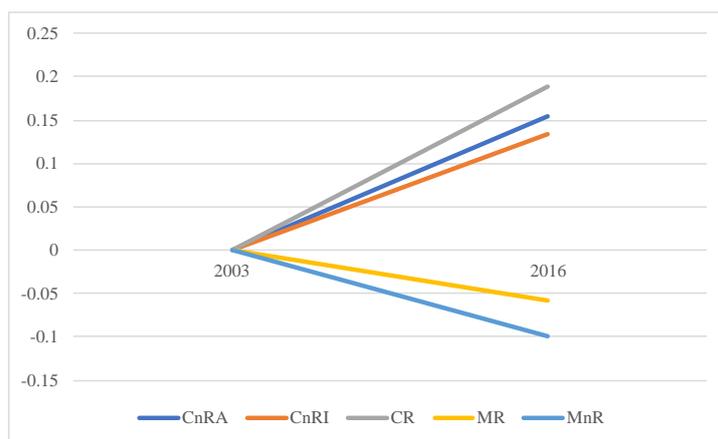
Si se considera todo el período de manera conjunta se observa que mientras en el año 1991 aproximadamente el 50% del empleo en servicios financieros lo realizaban trabajadores de baja calificación, en el año 2016 esa cifra se redujo a la mitad. Por el contrario, mientras al comienzo de los noventa solo el 8% de las actividades del sector eran desarrolladas por trabajadores con universitario completo, en el año 2016 ese valor ascendía a casi el 30%. Por último, resulta notable el cambio de tendencia en el nivel educativo intermedio, el cual primero exhibe un crecimiento relativo para luego experimentar una tendencia decreciente. Todo ello parece sugerir una permanente sustitución de trabajadores de bajas calificaciones por otros de mayor nivel educativo que podría, eventualmente, ser consistente con un proceso de cambio tecnológico en el sector.

### ***3.3.3 Evolución de las ocupaciones según tipo de tareas en comercio al por menor***

Como se mencionó, el objetivo aquí es evaluar los cambios entre los años 2003 y 2016 en la composición del empleo según el contenido de tareas específicas en cada ocupación. A diferencia del análisis por nivel educativo, aquí se estudian estos cambios para el total del empleo y de manera separada solo para las actividades de comercio al por menor. Debido a la insuficiente cantidad de observaciones con las que se cuenta para el sector de servicios financieros no es posible realizar el estudio individual para este sector.

El Gráfico 4 presenta la variación en la intensidad de las cinco categorías de tareas definidas anteriormente. Consistente con los resultados obtenidos por Apella y Zunino (2017)<sup>20</sup>, en el período bajo análisis se observan claramente dos tendencias contrapuestas: por un lado, un incremento de la intensidad de las tareas cognitivas, tanto rutinarias como no rutinarias (analíticas e interpersonales); por otro lado, una reducción en la intensidad de las tareas manuales, rutinarias y no rutinarias.

**Gráfico 4**  
**Variación en la intensidad de las tareas en el empleo urbano total. 2003-2016**

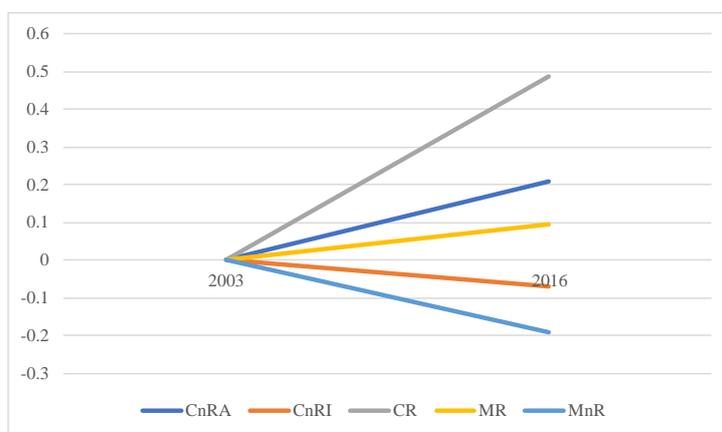


Fuente: elaboración propia en base a O\*NET y ECH.

Cuando se comparan estas tendencias con las observadas al interior del sector de comercio al por menor se observan similitudes y diferencias. En particular, aquí se verifica que, al igual que para el promedio del empleo, las tareas cognitivas rutinarias son las que mayor incremento experimentaron durante este período, seguidas por las tareas cognitivas no rutinarias analíticas. Sin embargo, a diferencia del empleo total, aquí se observa, también, cierto aumento en las tareas manuales rutinarias, si bien el cambio es relativamente pequeño. En contraposición, siguiendo la tendencia general, se reduce fuertemente el contenido de las tareas manuales no rutinarias y, en menor magnitud, de las tareas cognitivas no rutinarias interpersonales, en contraposición a lo sucedido para el empleo agregado (Gráfico 5).

20 Los resultados no son exactamente iguales debido a que estos autores estudian el período entre los años 1995-2015.

**Gráfico 5**  
**Variación en la intensidad de las tareas en el comercio**  
**al por menor. 2003-2016**



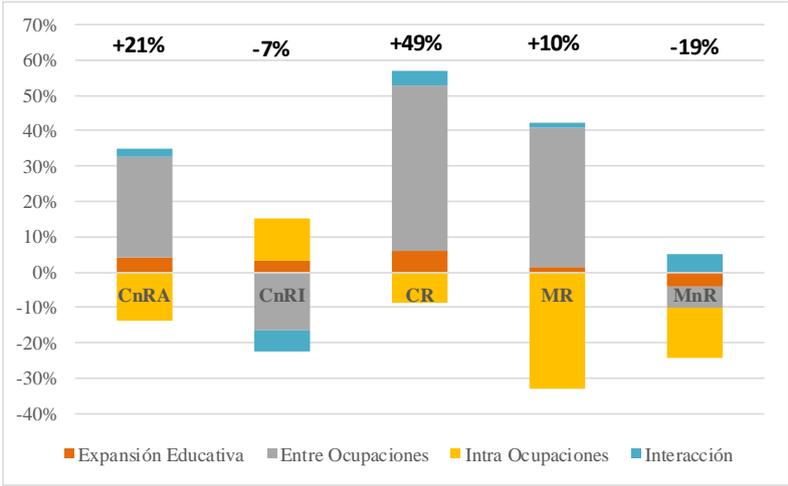
Fuente: elaboración propia en base a O\*NET y ECH.

Por lo tanto, en un extremo, se incrementaron las tareas cognitivas realizadas de manera rutinaria, mientras que, en el otro, se contrajeron las actividades manuales no rutinarias. Si se tiene en cuenta que el primer grupo de tareas es realizado mayormente por trabajadores de nivel educativo intermedio mientras que el segundo grupo es desempeñado principalmente por ocupados de nivel bajo de calificación, estas tendencias parecen ser consistentes con los cambios observados en el empleo sectorial según nivel educativo analizados previamente. A su vez, la compensación entre el aumento de las tareas cognitivas analíticas y la caída de las cognitivas interpersonales estaría en línea con la estabilidad en el porcentaje de trabajadores con nivel educativo universitario durante los años 2000.

A modo de identificar los canales a través de los cuales operaron estos cambios, el Gráfico 6 presenta los resultados de la descomposición, mencionada en la sección metodológica, para cada uno de estos cinco grupos de tareas. Comenzando por los dos que registraron los mayores cambios con signos opuestos, resulta interesante notar que el aumento de las tareas cognitivas rutinarias se explica casi totalmente por cambios en la estructura de ocupaciones al interior de la rama. Por el contrario, la reducción del peso relativo de las tareas manuales no rutinarias parece deberse mayormente a cambios en la tecnología de producción al interior de cada ocupación, si bien los cambios en la ponderación de cada una de ellas también operaron en este sentido. Asimismo, el aumento de las tareas cognitivas no rutinarias analíticas estuvo asociado al efecto entre ocupaciones, el cual estuvo parcialmente compensado por una reducción en la intensidad de este tipo de tareas al interior de cada uno de los puestos de trabajo. Lo mismo se observa en el caso de las tareas manuales rutinarias. O sea, su aumento se explica exclusivamente por el incremento de los puestos de trabajo que requieren para su desarrollo este tipo de actividades, ya que cada uno de ellos, en promedio, redujo el

contenido de las mismas. Por último, la menor ponderación de las tareas cognitivas no rutinarias interpersonales en el empleo sectorial se debe también al cambio en la estructura de ocupaciones ya que, de hecho, al interior de cada una de ellas, la intensidad de este tipo de tareas aumentó.

**Gráfico 6**  
**Descomposición de los cambios en la intensidad de las tareas en el comercio al por menor. 2003-2016**



Fuente: elaboración propia en base a O\*NET y ECH.

Por lo tanto, puede concluirse que, salvo en el caso de las tareas manuales no rutinarias, en las cuatro restantes categorías han sido los movimientos entre ocupaciones al interior del sector los que han traccionado los mayores cambios, sean éstos positivos o negativos. Estos cambios en la estructura ocupacional al interior del sector de ventas minoristas pueden deberse a una multiplicidad de factores que incluye al cambio tecnológico pero también a otros potencialmente asociados a modificaciones en la oferta y demanda sectorial. De todas maneras, resulta importante remarcar que dentro de cada una de las ocupaciones se ha ido reduciendo la necesidad de realizar tareas manuales, sean o no rutinarias, mientras que lo contrario sucedió con las tareas cognitivas no rutinarias interpersonales. Ello parece ser consistente con un proceso de cambio tecnológico sesgado hacia mayores calificaciones. Sin embargo, en sentido contrario, también se contrajo la intensidad al interior de las ocupaciones de las tareas cognitivas no rutinarias analíticas y de las cognitivas rutinarias lo que arroja, por lo tanto, un panorama complejo. Debido a las restricciones en cuanto a la cantidad de observaciones muestrales con las que se cuenta y a los cambios de clasificador de actividad, a lo largo del período considerado, no es posible indagar con mayor profundidad sobre aquellas modificaciones, lo que dificulta obtener conclusiones más específicas respecto de los potenciales efectos del cambio tecnológico en el sector. En la sección siguiente se intenta arrojar más luz sobre el tema a partir de los estudios de caso.

## 4) Los estudios de caso

En esta sección se analiza como el cambio tecnológico ha impactado sobre el empleo y la productividad en tres sectores distintos de la economía en Uruguay: el bancario, el de forestación y el de ventas minoristas. Con tal propósito se llevaron adelante tres estudios de caso, cada uno aplicado a las empresas más relevantes del respectivo sector. En el sector bancario se estudia el caso del Banco de la República Oriental del Uruguay (BROU), el mayor y más antiguo banco comercial en Uruguay. Para el sector de la forestación se tomó el caso de la empresa UPM. Finalmente, para el análisis del sector minorista, se eligió el caso de los supermercados. En cada uno de ellos se examinan específicamente los impactos de la automatización de procesos y de transacciones sobre el número total de trabajadores, las demandas de habilidades y formación necesaria de la mano de obra y los niveles de productividad, así como las implicaciones en materia de políticas de formación y capacitación.

### *4.1 El sector bancario*

#### *4.1.1 Contexto de cambio tecnológico en el sector a nivel mundial*

Los servicios financieros han estado a la vanguardia de la innovación tecnológica en años recientes y, de acuerdo a las proyecciones disponibles, las instituciones que se dedican a la intermediación financiera continuarán experimentando cambios sustantivos en su operativa y, consecuentemente, en el tipo de mano de obra que demandarán. En una encuesta hecha a 3.500 ejecutivos de bancos en Estados Unidos, el 78% considera que su trabajo variará considerablemente en los próximos tres años, el 50% trabaja en proyectos que requieren aprender nuevas herramientas, y el 60% declara que su banco está desarrollando talento digital y emprendiendo experiencias de aprendizaje continuo con su plantilla (Kane *et al.*, 2017). Tres fuentes de cambios son especialmente relevantes para los bancos comerciales: transformaciones en las preferencias de los usuarios, reducción de costos en actividades bancarias, y, por último, la aparición de nuevos competidores debido a la reducción de los costos de entrada en el mercado de la intermediación financiera.

La automatización de las transacciones bancarias está entre los mayores desafíos que debe afrontar el sector. Los usuarios desean hacer operaciones por Internet para las que antes debían desplazarse a una sucursal bancaria. La disponibilidad y popularidad de los dispositivos móviles, junto a la facilidad en el acceso a las conexiones de Internet, hacen que sea cada vez más sencillo realizar de manera virtual lo que antes solo era posible hacer de manera física. Apertura de cuentas, pedidos de tarjetas de crédito o débito, transferencias bancarias e incluso la solicitud de créditos son todas operaciones que la tecnología hoy disponible permite hacer de manera fácil y segura desde un teléfono celular (Ernest and Young, 2016).

Como la mayoría de los cambios tecnológicos, éste trae aparejado amenazas pero también oportunidades. Por un lado, es claro que la demanda de mano de obra destinada a atender de manera presencial a los clientes disminuirá, de forma relativa y probablemente también en términos absolutos. Por otro, el hecho de que los usuarios utilicen un dispositivo electrónico para realizar todas sus operaciones significa que dejan una huella que puede ser estudiada con el fin de ofrecer productos personalizados. Esto brinda la oportunidad a las entidades de intermediación financiera de utilizar esta información para diseñar productos específicos para las distintas necesidades de sus clientes (Accenture, 2016). En consecuencia, la demanda de mano de obra necesaria para procesar los datos que dejan los usuarios con su huella tecnológica irá en aumento.

A su vez, la automatización de procesos genera la necesidad de contar con una mano de obra con mayores conocimientos de informática. Wilson, Daugherty y Morini (2017) identifican tres tipos de empleos cuya demanda aumentará en el mercado de trabajo: los denominan “*trainers*”, “*explainers*” y “*sustainers*”. Un ejemplo a considerar es la tarea de evaluación de riesgo de un crédito. Avances en Inteligencia Artificial (IA) hacen que sea posible desplazar a un programa informático dicha tarea -lo mismo vale para la evaluación de los retornos esperados de una inversión (Ernest and Young, 2016-). Para que esto sea posible, lo primero que se debe hacer es desarrollar un algoritmo que permita evaluar la pertinencia de conceder el crédito. Los encargados de la tarea de desarrollo del algoritmo son los *trainers*. Una vez que se empieza a utilizar el algoritmo, los gerentes de créditos, que no tienen los conocimientos de tecnología de los *trainers*, verán cómo sus decisiones dependen de los parámetros de un algoritmo del que no conocen sus detalles. Para explicar el algoritmo a los que toman decisiones en base a ellos son necesarios los *explainers*, que hacen de puente entre los expertos en tecnología y los cargos ejecutivos de la empresa. Finalmente, se necesitan los *sustainers*, encargados de tareas de administración del software necesario para aplicar el algoritmo y tomar decisiones.

La reducción de costos resultante de los cambios tecnológicos en curso también permite la aparición de nuevos competidores en la intermediación financiera. Estos

nuevos competidores son generalmente denominados *FinTech*, abreviatura de “Financial Technology”. Las FinTech son empresas que se dedican a la intermediación financiera, haciendo todas sus operaciones a través de Internet (depósitos, transferencias, otorgamiento de créditos, etc.). Naturalmente, estas empresas emplean al máximo las herramientas que la IA brinda y han automatizado no solo las transacciones con los clientes, sino también todos sus procesos internos (Hayward y Pollari, 2015). Este tipo de competidores, que ofrece sus servicios a un costo menor que los bancos comerciales, hace recrudescer la competencia en el sector. Los bancos comerciales cuentan con una red física y de contactos a su favor, pero deben ofrecer servicios que les permita competir contra este nuevo tipo de empresas, principalmente para captar al público más joven.

En este escenario, las tendencias que se observan en el sector financiero global traerán impactos en el número y tipo de trabajadores que serán necesarios en el sector bancario, su calificación y el tipo de tareas que desarrollan. Es evidente que la necesidad de trabajadores que se dedican a la atención al cliente en sus diversas formas caerá relativamente, ya que existe una sustitución de mano de obra dedicada a atender al público hacia servicios provistos electrónicamente. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la reducción de los costos de producción hace factible ofrecer servicios financieros más baratos, lo que posibilita reducir precios y que aumente el número de clientes y transacciones potenciales. Así, el crecimiento de la escala del negocio podría compensar el efecto sustitución de mano de obra por tecnología. Esto se explica básicamente por el efecto escala que proviene de una mayor productividad de la mano de obra y la consecuente reducción del precio de los servicios e incremento en el nivel de actividad del sector.

Un informe reciente de McKinsey Global Institute (Bughin *et al.*, 2018) muestra algunas tendencias para el sector bancario y de seguros que vale la pena anotar. El empleo total en el sector entre los años 2005-2016 pasó de 6,2 (5,4) millones de trabajadores en Estados Unidos (Europa Occidental<sup>21</sup>) a 6,1 (5,7) millones, lo que implica un empleo total virtualmente constante en esos 11 años (Gráfico 7). Los 11,8 millones de empleados del año 2016 se distribuyeron, según su categoría de ocupaciones, de la siguiente forma (en millones): 4,6 (38%) profesionales, 4,6 (38%) personal de oficina, 1,1 (9%) ejecutivos y gerentes, 0,9 (8%) personal de interacción con consumidores, 0,3 (3%) profesionales vinculados a la tecnología y 0,5 (4%) otros.<sup>22,23</sup>

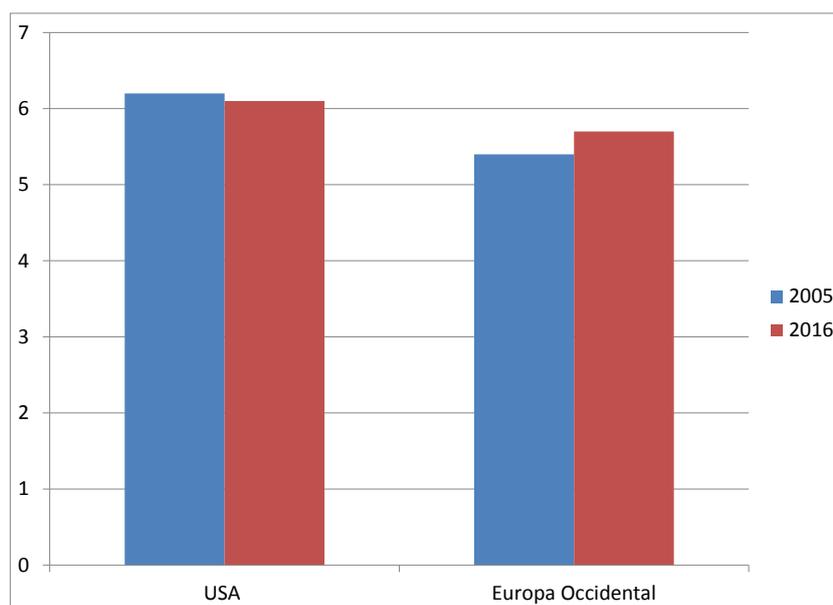
---

21 Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Holanda, Noruega, España, Suecia, Suiza, y el Reino Unido.

22 La suma no coincide con 11,8 debido al redondeo de los números.

23 La categoría Profesionales incluye ocupaciones de cuello blanco que requieren formación académica y experiencia en una industria específica o área funcional (por ejemplo: contadores, ingenieros y científicos).

**Gráfico 7**  
**Empleo en el sector bancario y de seguros (en millones)**



Fuente: Bughin *et al.* (2018).

¿En qué habilidades se utiliza el tiempo de los trabajadores bancarios y de seguros? Usando información de 2016, Bughin *et al.* (2018) encuentran que el 3% del tiempo demanda habilidades físicas o manuales (e.g., operación de equipos); 26% cognitivas básicas (e.g., ingreso de datos y su procesamiento, capacidades lectoras, comunicacionales y numéricas básicas); 33% cognitivas avanzadas (e.g., capacidades cuantitativas y estadísticas, procesamiento complejo de datos e interpretación); 21% socio-emocionales (e.g., liderazgo, adaptabilidad, empatía, capacidad de enseñar a otros); y el 18% tecnológicas (e.g., capacidades avanzadas en tecnologías de la información y programación, investigación y desarrollo, diseño de tecnología).<sup>24</sup>

Con respecto al futuro, Bughin *et al.* (2018) estiman que para el año 2030 el empleo global en el sector se mantendrá casi sin variación y que la proporción de trabajadores por tipo de ocupación se alterará de la siguiente forma: 41% serán profesionales (incremento de 2 pp) con respecto al año 2016); 31% personal de oficina (- 8pp); 10% ejecutivos y gerentes (+ 1pp); 8% personal de interacción con consumidores (+ 1pp); 6% profesionales vinculados a la tecnología (+ 3pp); 5% otros (+ 1pp) (Gráfico 8). En otras palabras, el personal de oficina será desplazado por

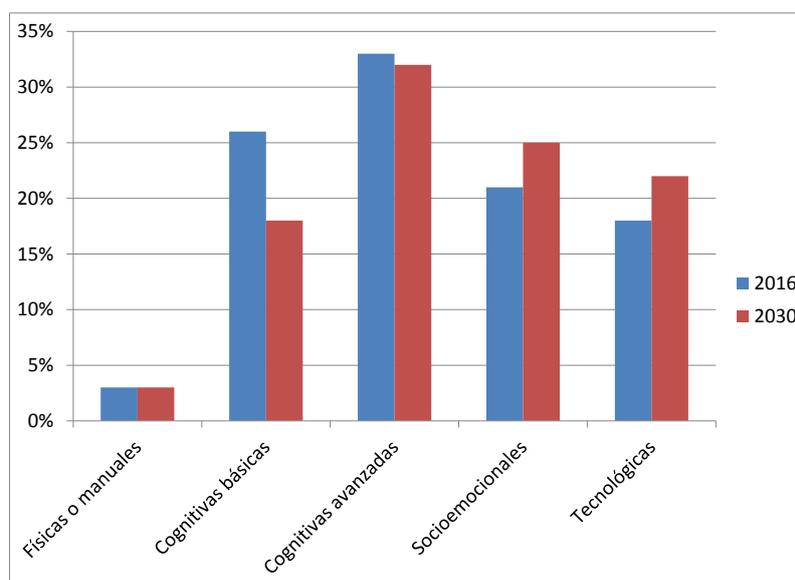
---

Personal de oficina incluye, por ejemplo, procesadores de nómina y asistentes administrativos. Personal de interacción con consumidores incluye, entre otras ocupaciones, a trabajadores en el área de ventas. Profesionales vinculados a la tecnología incluye trabajadores de TI, como ser científicos informáticos y desarrolladores de software, que normalmente tienen estudios universitarios, pero también ocupaciones como desarrolladores web y técnicos en electrónica, que solo requieren educación secundaria (McKinsey Global Institute, 2017).

<sup>24</sup> No suma 100 debido al redondeo.

otros tipos de ocupados y, en particular, por profesionales vinculados a la tecnología. Con respecto al cambio en las habilidades que se usarán en el sector en el 2030, los autores llegan a la siguiente conclusión: 3% del tiempo demandará habilidades físicas o manuales (= pp); 18% cognitivas básicas (- 8pp); 32% cognitivas avanzadas (= pp); 25% socio-emocionales (+ 4pp); y, 22% tecnológicas (+ 4pp). En consecuencia, habrá un desplazamiento de las habilidades cognitivas básicas por las socio-emocionales y tecnológicas.

**Gráfico 8**  
**Habilidades demandadas en la industria bancaria y de seguros**  
**(presente y futuro)**



Fuente: Bughin *et al.* (2018).

Más allá de las proyecciones disponibles, el impacto neto que el efecto escala y el efecto sustitución tendrán, operando en simultáneo, sobre el total de trabajadores destinados a actividades de intermediación financiera, dependerá fundamentalmente de las fuerzas del mercado. Lo que parece cierto es que la composición de la mano de obra empleada en los bancos comerciales seguirá el proceso de cambio que ya ha iniciado. Aumentará la demanda por profesionales que cuenten con elevados conocimientos informáticos, principalmente de aquellos que tengan la capacidad de programar. A la vez, disminuirá la demanda por trabajadores tradicionalmente destinados a tareas rutinarias, no manuales y repetitivas, como el personal de oficina, por ejemplo.

#### ***4.1.2 El sector financiero en Uruguay***

En esta subsección se incluyen algunos indicadores agregados del sector financiero en Uruguay. El Gráfico 9 muestra la evolución de un índice de producción del sector intermediación financiera elaborado por el Banco Central del Uruguay, un

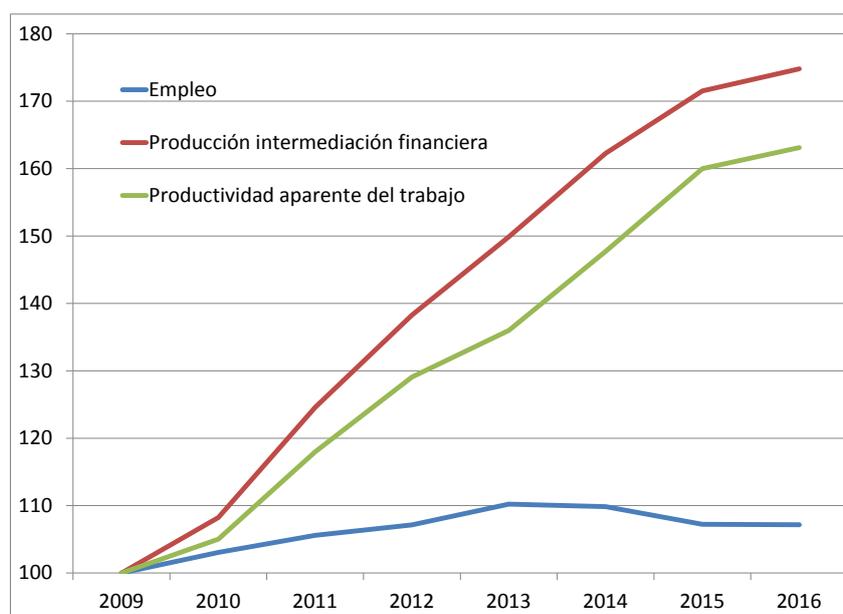
índice de empleo total en las actividades financieras cubiertas por la Caja de Jubilaciones y Pensiones Bancarias y el ratio de ambos.

La producción del sector intermediación financiera en Uruguay, que representaba alrededor del 4% del PIB de la economía en el año 2016, ha crecido rápidamente en el período entre los años 2009-2016, acumulando en los últimos 7 años un incremento de un 75%. Por su parte, el empleo en el sector bancario y otras actividades financieras cubiertas por la Caja Bancaria ha crecido un magro 7% en igual período y, de hecho, ha caído en los dos últimos años del mismo.

La trayectoria de la producción y del empleo en el sector ha implicado un crecimiento muy fuerte de la productividad aparente del trabajo (63% entre los años 2009-2016). Si bien no es posible afirmarlo con certeza, muy probablemente este incremento de productividad se ha dado fundamentalmente por la vía de incorporación de tecnología (y los cambios organizacionales asociados) en el sector.

**Gráfico 9**

**Producción, empleo y productividad en el sector financiero. 2009-2016**



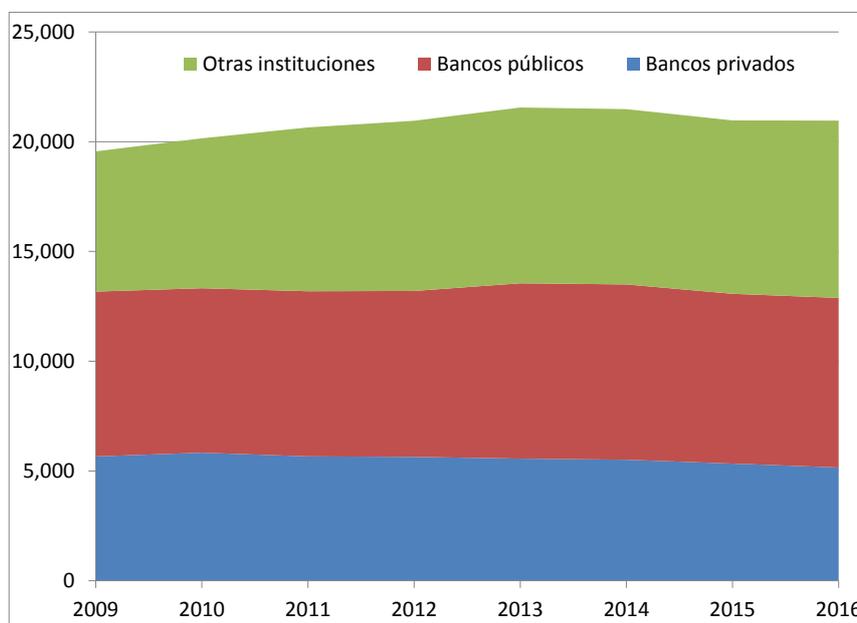
Fuente: Banco Central del Uruguay (BCU) y Caja de Jubilaciones y Pensiones Bancarias (aportantes a la Caja).

En el Gráfico 10 podemos observar los trabajadores activos ocupados en actividades del sector financiero cubiertas por la Caja de Jubilaciones y Pensiones Bancarias. El total de empleo en estas actividades ha oscilado entre 19.500 y 21.500 personas entre los años 2009-2016. El pico de empleo se dio en el año 2014, con 21.558 trabajadores; mientras que en el año 2016 esta cifra se ubicó en 20.971. El empleo en el sector bancario, tanto privado como público, se ha mantenido estable en el período considerado. El empleo en bancos públicos (privados) en el año 2009 era de

5.663 (7.509) personas; mientras que en el año 2016 alcanzó a 5.336 (7.736). Los ocupados en otro tipo de instituciones no bancarias pasaron de 6.388 a 7.899 en el período considerado, aunque cayó levemente desde el año 2014.

**Gráfico 10**

**Empleo en el sector financiero (aportantes a Caja Bancaria). 2009-2016**



Fuente: Caja de Jubilaciones y Pensiones Bancarias.

**4.1.3 El BROU: introducción**

El Banco de la República Oriental del Uruguay (BROU) es el mayor y más antiguo banco comercial en plaza en Uruguay. Fundado en el año 1896, el 100% de su capital pertenece al Estado uruguayo. Cuenta con 135 sucursales en todo el país y con 3 en el exterior. Su misión es “brindar servicios financieros accesibles a toda la población, estimular el ahorro y fomentar la producción de bienes y servicios contribuyendo al desarrollo productivo, económico y social del país”<sup>25</sup>. De acuerdo a su Memoria del año 2016, el BROU tenía a ese año 4.030 funcionarios.

El sistema bancario comercial uruguayo se compone del BROU y 9 bancos privados. De acuerdo a datos de la Superintendencia de Instituciones Financieras del Banco Central del Uruguay, en el año 2016 el BROU totalizó créditos al Sector no Financiero (SNF) por un valor de U\$S 5.348 millones, el 37% del mercado. Con respecto a los depósitos, el BROU representó el 48% del mercado, con un valor de U\$S 14.027 millones (Cuadro 2).

25 Recuperado de: <https://www.brou.com.uy/institucional/el-banco>

**Cuadro 2**  
**Sistema Bancario Comercial**

	2012	2013	2014	2015	2016
Crédito (% PBI)	23	23	26	26	27
Crédito Bruto al SNF (millones U\$S)	11.783	13.226	14.123	13.847	14.375
BROU	4.669	5.048	5.480	5.223	5.348
Banca Privada	7.114	8.178	8.643	8.624	9.027
Depósitos (% PBI)	48	46	51	54	56
Depósitos del SNF (millones U\$S)	24.572	26.695	28.235	28.931	29.392
BROU	11.641	12.667	13.342	13.149	14.027
Banca Privada	12.931	14.028	14.893	15.782	15.365

Fuente: Banco Central del Uruguay (BCU)

El BROU canaliza gran parte de sus créditos a través de la banca corporativa. En el año 2012 el 50% de sus créditos se materializaba por esa vía. Ese porcentaje ha ido creciendo en los últimos años, hasta superar levemente el 60% en el año 2016. En lo relacionado a los depósitos, el origen principal ha sido siempre el sector privado nacional; en el año 2016, el 84% de los depósitos tuvieron esa procedencia. Otro origen importante de los depósitos es el Sector Público, que aportó el 12% en el año 2016, mientras que en el año 2012 apenas alcanzaba a representar el 8% del total. Aunque en menor proporción, también es importante la participación del sector externo; en el año 2016 representó el 3.5% del total de depósitos (Cuadro 3).

**Cuadro 3**  
**Créditos y Depósitos del BROU (en millones de dólares)**

	2012	2013	2014	2015	2016
Colocaciones Netas al Sector No					
Financiero	4.388	4.737	5.132	4.884	4.933
Banca Corporativa	2.232	2.507	3.046	2.999	2.966
Banca Personas	1.940	2.130	2.094	1.980	2.139
Otros	216	100	-8	-94	-172
Depósitos	11.688	12.704	13.374	13.189	14.064
Sector Privado	9.448	10.331	10.904	11.094	11.802
Sector Externo	410	479	542	615	542
Sector Público	1.784	1.858	1.895	1.439	1.683
Sector Bancario	27	37	32	41	37

Fuente: Banco Central del Uruguay (BCU)

En el Cuadro 4 se muestra cuál ha sido la evolución de la situación patrimonial y de los resultados del BROU. Se observa que tanto el activo como el pasivo y el patrimonio han crecido si se consideran las puntas del período. El BROU siempre ha mostrado ganancias, aunque en el año 2016 fueron sensiblemente menores que en años anteriores.

**Cuadro 4**  
**Situación y Resultados (en millones de dólares)**

	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Activo	13.385	14.299	15.019	15.122	16.142
Pasivo	12.127	13.082	13.762	13.890	14.813
Patrimonio	1.258	1.217	1.258	1.233	1.329
Resultado del Ejercicio	198	290	170	198	75

Fuente: memorias del BROU.

#### ***4.1.4 El BROU y el cambio tecnológico***

Después de la crisis financiera que sufrió Uruguay en 2002, y luego de varios años de fortalecimiento, el BROU ha alcanzado elevados valores de volumen de negocios, patrimonio y ganancias. El BROU es el banco líder en el país, con una alta y estable participación en el mercado. No obstante este buen desempeño, la mayor competencia en el mercado, sumada a la innovación tecnológica, las nuevas demandas de los clientes y las exigencias de la ley de inclusión financiera (ver más abajo) volvieron imprescindible la modernización del banco.

Por esta razón, a pesar de que ya se venían implementando algunos cambios en esa dirección, en diciembre del 2014 se aprobó el llamado Plan BROU 2020. Este plan exige al banco una forma distinta de trabajar y lo plasma en tres objetivos instrumentales para lograr el crecimiento de los negocios: la revisión del proceso crediticio, la modificación del organigrama y, la transformación de las agencias y sucursales priorizando su rol comercial y disminuyendo las acciones operativas. El Plan BROU 2020 también se plantea el objetivo de aumentar la eficiencia en base a una reducción de costos, y promover una mayor competencia y diversificación entre los proveedores. Por último, también se incluye como objetivo mejorar la comunicación interna del banco.

Históricamente, el rol de las sucursales del BROU se enfocó hacia las actividades transaccionales: depósitos, retiros, cheques y transferencias. Como resultado, los funcionarios de la red de sucursales destinaban su día a este tipo de acciones, sin dejar espacio para el desarrollo de tareas de mayor valor agregado. Sin embargo, desde hace unos años, y en particular luego de la Ley de Inclusión Financiera, este modelo de atención presencial en las sucursales no era suficiente ni apropiado para atender a un banco con más de un millón de clientes, sobre todo

teniendo en cuenta todas las nuevas funcionalidades que vienen de la mano de los dispositivos electrónicos.

El BROU modernizó y diversificó sus canales de atención como forma de responder y anticiparse a las crecientes demandas de los clientes y también como estrategia de competencia en el mercado. La atención presencial en las sucursales se mantiene a un nivel básico, pero se intensifica de forma drástica la atención a través de cinco canales digitales: eBROU y AppBROU (e-banking), banca telefónica, autómatas RedBROU (cajeros automáticos) y corresponsales financieros (red de pagos y cobranzas en manos de terceros).

El Cuadro 5 permite observar cómo se está dando el cambio tecnológico en esta área. Desde el año 2008, la banca electrónica no ha dejado de crecer en el BROU. En ese año, el banco tenía emitidas algo más de 625 mil tarjetas RedBROU, de crédito o débito. En el año 2016 existían casi 1 millón 300 mil tarjetas emitidas, es decir, se duplicaron en un período de 8 años. Los clientes de eBROU, como denomina comercialmente el BROU a su plataforma web de autoservicio bancario, pasaron de ser 61 mil en el año 2008 a 614 mil en el año 2016; más de 900% de crecimiento en 9 años.

**Cuadro 5**  
**Red Física y Banca Electrónica**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Funcionarios	4.033	4.090	4.025	4.086	4.009	4.225	4.192	4.058	4.030
Red Física									
Dependencias	125	126	130	132	135	138	141	139	135
Sucursales en el Exterior	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Terminales de Autoservicio									
ATM	193	215	258	281	305	313	351	376	390
Mini ATM	221	235	277	263	293	465	2.743	2.951	4.551
Buzoneras	0	0	30	76	106	115	138	171	194
Terminal Web	0	0	14	29	45	48	56	67	82
Banca Electrónica (en miles)									
Tarjetas Red BROU	625	700	767	848	957	1.069	1.172	1.169	1.283
Usuarios eBROU	61	79	95	125	191	250	322	428	614

Fuente: Memorias del BROU.

El banco también ha sido testigo de un importante crecimiento de las terminales de autoservicio. Se han multiplicado los cajeros automáticos, principalmente los denominados “mini” ATM. Estos mini ATM están disponibles desde el año 2014 en una red de corresponsales que el BROU mantiene a través de

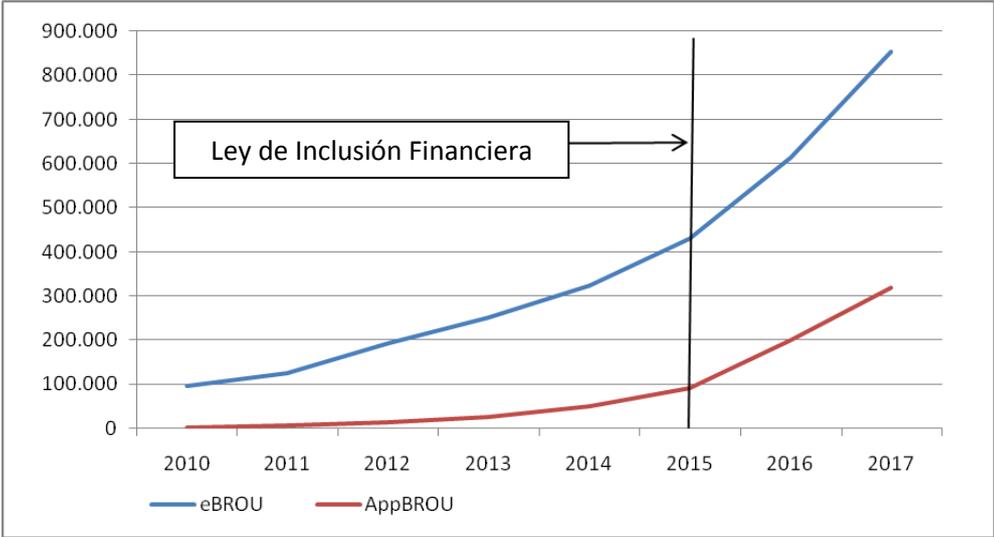
dos empresas especializadas en cobro y pago de cuentas: ABITAB y REDPAGOS. A través de este mecanismo se ha pasado de 414 cajeros automáticos en el año 2008 a 5.217 en el año 2016, un incremento de 1.160% en el período.

El significativo crecimiento de la banca electrónica y de las terminales de autoservicio no ha sido simultáneo a una caída de la red física del banco. Las dependencias han pasado de ser 125 en el año 2008 a 135 en el año 2016, aunque el pico de sucursales en el país se alcanzó en el año 2014, con 141. El banco mantiene sus 3 tradicionales dependencias en el exterior, en las ciudades de Buenos Aires, San Pablo y Nueva York. Todos estos cambios que se implementaron en el BROU comenzaron a alivianar la carga de trabajo vinculada al dinero en efectivo, permitiendo a las sucursales encargarse de un rol más comercial.

En el año 2010 el banco lanzó AppBROU, una aplicación con la que se puede acceder a eBROU desde dispositivos móviles. Desde eBROU o AppBROU, el cliente puede consultar el saldo de sus cuentas, abrir cuentas, realizar transferencias, pedir tarjetas de crédito o débito y hasta solicitar un crédito. También puede acceder al canal MULTIPAGOS, desde donde puede realizar pagos a instituciones que han llegado a un acuerdo con el BROU (incluyendo las empresas de servicios públicos y las organizaciones de la seguridad social), para que los clientes del banco puedan pagar de forma automática desde la banca electrónica.

El Gráfico 11 permite visualizar la evolución de la cantidad de clientes tanto de eBROU como de AppBROU. Resulta claro que la tendencia ya creciente que se observa entre los años 2010 y 2014 se intensifica a partir del año 2015. El motivo de este cambio no tiene un origen tecnológico, aunque es facilitado por el mismo, sino normativo.

**Gráfico 11**  
**Evolución de clientes de eBROU y AppBROU**



Fuente: memorias del BROU

La Ley N<sup>o</sup> 19.210 (conocida como Ley de Inclusión Financiera), promulgada el 9 de mayo de 2014 y denominada de “Acceso de la población a servicios financieros y promoción del uso de medios de pago electrónicos”, regula y promueve determinadas operaciones económicas. En sus artículos 10<sup>o</sup> y 12<sup>o</sup>, la ley establece que *“El pago de las remuneraciones y toda otra partida en dinero que tengan derecho a percibir los trabajadores...deberá efectuarse a través de acreditación en cuenta en instituciones de intermediación financiera o en instrumento de dinero electrónico...”* (Ley 19.210, 2014).

Por tanto, el incremento de clientes de eBROU y AppBROU en parte es consecuencia directa de este cambio normativo. El cumplimiento con la creciente demanda de servicios por parte de los clientes fue posible gracias al proceso de cambio tecnológico que el banco ya había comenzado y que continúa implementando.

Para que el crecimiento y diversificación de los canales digitales tuviera un soporte adecuado, se reformuló el “organigrama de canales digitales”, transfiriendo al área de operaciones las funciones relativas a esta área. Por último, pero no menos importante, en forma complementaria a todo este proceso de cambio se crearon y rediseñaron las áreas que dan soporte a la operativa comercial: procesos, operaciones, tecnologías de la información (TI) e interconexión de sistemas abiertos (OSI). En el caso de estos dos últimos, se contó con apoyo de la Universidad de la República y del Banco Interamericano de Desarrollo para revisar las estructuras, perfiles y procesos, con el fin de adecuarlos a las mayores exigencias y apuntando al fortalecimiento de capacidades propias.

#### ***4.1.5 Impactos del cambio tecnológico en el empleo y la productividad***

En el trabajo de campo realizado para este estudio los funcionarios del BROU entrevistados han manifestado que dado el incremento exponencial de transacciones y de clientes ya verificado, y los planes de crecimiento que presenta el banco, se han logrado incrementos importantes de productividad sin un impacto sobre el nivel de empleo. En efecto, el número de empleados se ha mantenido constante; en el año 2008 el banco contaba con 4.033 funcionarios, mientras que en el año 2016 este número alcanzó a los 4.030. En parte, esto se explica por acuerdos entre empresa y sindicato con el fin de evitar caídas bruscas en el empleo. También el incremento en el nivel de actividad, es decir el efecto escala, fue un elemento que presumiblemente fue en la dirección de aumentar las necesidades de trabajadores. Es decir, en la dirección de compensar, al menos parcialmente, el efecto desplazamiento.

En contraste, sí ha habido un cambio importante en las tareas que desempeñan los empleados, pasando de tareas rutinarias a otras que demandan capacidades cognitivas más avanzadas y habilidades tecnológicas. Esta tendencia

continuará a futuro y se estima que desaparecerán algunos puestos de trabajo y se crearán otros donde la adaptabilidad al cambio, y a la singularidad de las relaciones humanas, serán valores cruciales.

Los cambios implementados trajeron como consecuencia la necesidad de complementar y actualizar la capacitación de los funcionarios en todos los productos y servicios del segmento que gestionan. Asimismo, se buscó eliminar trabajo duplicado, y aumentar eficiencias sin perder de vista las particularidades de cada área. Por otro lado, se ajustó el modelo de negocios, “pasando de áreas con especialización por cliente y producto, a áreas con especialización por segmentos de clientes con énfasis en una relación integral y rentable, donde se venden paquetes de productos que incluyen captación, crédito y servicios”(BROU, s.f.). Para viabilizar este nuevo modelo de negocio, se estableció un esquema de atención consistente, estableciendo productos y paquetes para cada uno de los distintos tipos de segmentos. La atención presencial se complementa con los canales digitales, y el rol de las sucursales pasó de centrarse en lo transaccional, a lo comercial.

En cuanto a la productividad aparente, algunos indicadores muy gruesos, como los ratios colocaciones netas al sistema no financiero a funcionarios o depósitos a funcionarios, indican efectivamente un incremento. Yendo a ejemplos más específicos, un aspecto que afectaba el posicionamiento competitivo del Banco era la demora en la respuesta de los créditos corporativos. De acuerdo a información del BROU, el tiempo de demora de respuesta en el año 2014 era en promedio de 166 días hábiles, entre el contacto inicial con el cliente y la aprobación del crédito. El proyecto de mejora fue creado para poder reducir esta cantidad de días, pero sin aumentar el riesgo. Con este objetivo, se implementaron cambios tanto en la Unidad Central, como en sucursales. A su vez, se desarrollaron herramientas tecnológicas para facilitar las tareas de los ejecutivos.

El grupo de trabajo del proyecto de mejora del proceso de crédito, junto con el área de tecnología de la información, diseñaron y desarrollaron una herramienta que registra los tiempos de cada etapa de un crédito, permitiendo detectar y gestionar “cuellos de botella”. Como resultado, el tiempo promedio de demora en brindar una respuesta a los créditos en enero del 2017 era de 39 días hábiles para créditos inferiores a USD 150.000, y 91 días hábiles para montos superiores. Todos estos procesos de reorganización también implicaron la unificación de algunas sucursales que presentaban cercanía, y la atención en algunas ciudades del interior en menos días de la semana, pues se concluyó que no era necesario brindar atención al público todos los días.

En lo que respecta a los perfiles de los trabajadores, en el BROU se trabaja con la definición de cargos. Estos contienen el contenido funcional y los requerimientos (en términos de formación, conocimientos y experiencia) asociados, así

como un perfil psicolaboral en el cual se miden las competencias de esta índole necesarias para el desempeño de la función. Los cargos a su vez pertenecen a una categoría y a un escalafón, teniendo asociada una dotación determinada de puestos y se radican en diferentes Unidades Organizacionales. Algunos de ellos son específicos de una disciplina y otros son genéricos o transversales a todo o casi todo el banco, los cuales son compendiados en manuales para las distintas áreas: comercial, ventas y distribución, contabilidad, gestión de recursos, cumplimiento, marketing, planificación, etc. Por lo tanto, si se quiere alterar el perfil de demanda de mano de obra y las tareas a desarrollar, el primer paso es la creación de nuevos cargos y/o el cambio del contenido funcional o requerimientos de cargos. Luego se realizan otras actividades de gestión de personal tales como selección de personal, evaluación de desempeño y detección de necesidades de capacitación.

El sector encargado de identificar, elaborar y valorar los cargos es el Departamento de Cargos y Remuneraciones que se encuentra dentro del área de Gestión Humana. El principal cometido de este Departamento es asesorar en la definición del modelo organizativo del banco y efectuar la propuesta técnica de las estructuras organizativas y sus componentes: dotación, funciones, descripciones de cargos y valoración de los mismos. Le corresponde también efectuar los estudios de remuneraciones proponiendo modificaciones a la estructura salarial vigente.

Los cargos se actualizan periódicamente, por petición de las jerarquías o cuando se estima que la evolución del mercado, la tecnología, la legislación externa, u otros factores lo demandan. Por tanto, para ir adaptando los cambios tecnológicos que han sido implementados en el BROU, *la definición de los cargos está en continua revisión*. En las entrevistas realizadas nos han informado que la creación de cargos es un mecanismo menos usado para acomodar las nuevas demandas de banco, ya que el principal es la redefinición. Estos cargos redefinidos son mayoritariamente llenados con personal ya existente en el banco. Esto significa que hay entrenamiento y movilidad interna. También han existido llamados externos en algunas instancias particulares.

#### ***4.1.6 Área de Canales Digitales***

Para analizar en mayor detalle el proceso de cambio tecnológico del BROU, se estudia el caso de los 5 canales digitales que ha implementado el banco: eBROU, AppBROU, Banca Telefónica, Automatas RedDBROU (cajeros automáticos) y Corresponsales Financieros. Para ello se implementó una encuesta que cubre cada uno de estos cinco canales. A continuación, en el Cuadro 6, se presentan los resultados de dichas encuestas.

Como se puede observar allí, la etapa de cambio organizacional en la que se enmarca el proyecto eBROU es de reingeniería, es decir, incorporación de tecnología que cambia significativamente la forma de operar de la empresa. Para el caso del

canal digital AppBROU, la etapa del cambio organizacional es de automatización, lo cual refiere a la incorporación de tecnología que ayuda a las labores de control de los trabajadores y apunta a corregir errores que son comunes en tareas repetitivas cuando son realizadas por personas. Por otro lado, el de Banca Telefónica fue de racionalización. Esto implica la incorporación de tecnología que ayuda a tomar decisiones para mejorar la eficiencia de los procesos internos de la empresa y apunta a ayudar a los mandos intermedios en la gestión de las operaciones. Por último, autómatas RedDBROU y Corresponsales Financieros fueron tanto de automatización, como de racionalización.

Con respecto a la mano de obra disponible para la implementación del canal, para AppBROU, Banca Telefónica y Corresponsales Financieros, la mano de obra existente en la empresa tenía la formación profesional y las habilidades necesarias. Por otro lado, para el caso de eBROU, la mano de obra tenía la formación profesional pero no las habilidades necesarias, y para el caso de Autómatas RedBROU la mano de obra disponible no contaba con la formación profesional ni las habilidades disponibles. Por tanto, tuvieron que realizarse distintas capacitaciones para generar las capacidades faltantes.

**Cuadro 6**  
**Cambio tecnológico: motivos, instrumentos e impactos**  
**(Canales Digitales, BROU)**

	Canales digitales				
	Ebrou	AppBROU	Banca Telefónica	Autómatas REDBROU	Corresponsales Financieros
<b>Motivos Implementación del canal</b>	Reducir costos			Reducir costos	Reducir costos
		Aumentar productividad del factor trabajo	Aumentar productividad del factor trabajo	Aumentar productividad del factor trabajo	Reducir personal
	Generar ventaja competitiva respecto a competencia		Generar ventaja competitiva respecto a competencia	Generar ventaja competitiva respecto a competencia	
	Visión del futuro- el mercado se dirige hacia allí				
		Mejoras en seguridad/transparencia		Mejoras en seguridad/transparencia	
					Aprovechamiento de una demanda total o parcialmente insatisfecha
					Cambios regulatorios
<b>Inversiones realizadas para desarrollar canal</b>			Mejorar la imagen	Visión de 24 horas de disponibilidad del canal	
			Adquisición de maquinaria y equipo	Adquisición de maquinaria y equipo	
			Adquisición de hardware	Adquisición de hardware	
	Adquisición de software	Adquisición de software	Adquisición de software	Adquisición de software	
	Adquisición de licencias o patentes	Adquisición de licencias o patentes	Adquisición de licencias o patentes	Adquisición de licencias o patentes	
Contratación de consultorías	Contratación de consultorías	Contratación de consultorías			
<b>Consecuencias implementación canal</b>				Entidades de transacciones	Nuevas figuras con tecnologías existentes
	Reducción de costos		Reducción de costos	Reducción de costos	Reducción de costos
	Reducción de personal			Reducción de personal	Reducción de personal
	Ventaja competitiva respecto a la competencia	Ventaja competitiva respecto a la competencia	Ventaja competitiva respecto a la competencia	Ventaja competitiva respecto a la competencia	Ventaja competitiva respecto a la competencia
	Aumento productividad factor trabajo			Aumento productividad factor trabajo	Aumento productividad factor trabajo
Mejoras en seguridad/transparencia	Mejoras en seguridad/transparencia	Mejoras en seguridad/transparencia	Mejoras en seguridad/transparencia		
<b>Cambios que continuará generando</b>		Reducción de costos		Reducción de costos	Reducción de costos
			Ventaja competitiva		Ventaja competitiva
	Aumento productividad factor trabajo		Aumento productividad factor trabajo	Aumento productividad factor trabajo	
	Mejoras en seguridad/transparencia	Mejoras en seguridad/transparencia	Mejoras en seguridad/transparencia	Mejoras en seguridad/transparencia	Mejoras en seguridad/transparencia
<b>Etapas de cambio organizacional</b>	Reingeniería				
		Automatización		Automatización	Automatización
<b>Mano de obra disponible</b>			Racionalización	Racionalización	Racionalización
		Tenía la formación profesional y las habilidades	Tenía la formación profesional y las habilidades		Tenía la formación profesional y las habilidades
	Tenía la formación profesional pero no las habilidades				
			No tenía la formación profesional ni las habilidades requeridas		

Fuente: elaboración propia.

Continuando con el análisis de estos 5 canales de negocio, se solicitó a la empresa que especifique las ocupaciones que había en cada uno de estos canales en el año 2013, cuáles hay actualmente, y cuáles se cree que habrá en el 2023. La clasificación de ocupaciones entregada a los entrevistados es la definida por O\*Net para el sistema financiero.

Las ocupaciones: agentes de ventas de valores, productos básicos y servicios financieros y agentes de ventas de valores y servicios básicos, no estaban en el 2013. Sin embargo, hoy día estas ocupaciones sí existen para los canales Banca Telefónica y Corresponsales Financieros. Por otro lado, al presente (2019) no existen entrevistadores y empleados de préstamos, pero se espera que dentro de 5 años aproximadamente se generen estas ocupaciones en los canales de Banca Telefónica y Corresponsales Financieros.

También se espera que dentro de 5 años existan las siguientes ocupaciones: analistas de créditos y analistas financieros, asesores de créditos, asesores de préstamos en el área de banca telefónica y asesores financieros personales. Por último, se espera que para los 5 canales digitales estudiados se incorpore la ocupación de técnicos en bioinformática dentro de 5 años.

Según los entrevistados, los empleados hoy emplean su tiempo en actividades que generan mayor valor agregado y permiten un aumento de eficiencia con respecto al pasado, en gran medida gracias a los procesos de automatización y digitalización descriptos. A su vez, se espera que en un futuro esta tendencia continúe y se generen nuevas ocupaciones que requieren de mayores habilidades cognitivas avanzadas.

#### ***4.1.7 Políticas de formación y capacitación***

Como se mencionó antes, para poder llevar a cabo los procesos de cambio tecnológico dentro del BROU ha sido imprescindible contar con políticas de formación y capacitación. Tal como se anticipó, parte del ajuste en la demanda de mano de obra por habilidades se procesa de forma interna al banco. En particular, desde el área de capacitación se contribuye a este proceso a través del desarrollo y actualización de las competencias de conocimiento y, también, de las habilidades interpersonales requeridas para el desempeño de los distintos puestos. El proceso de formación y capacitación se resume en la Figura 1.

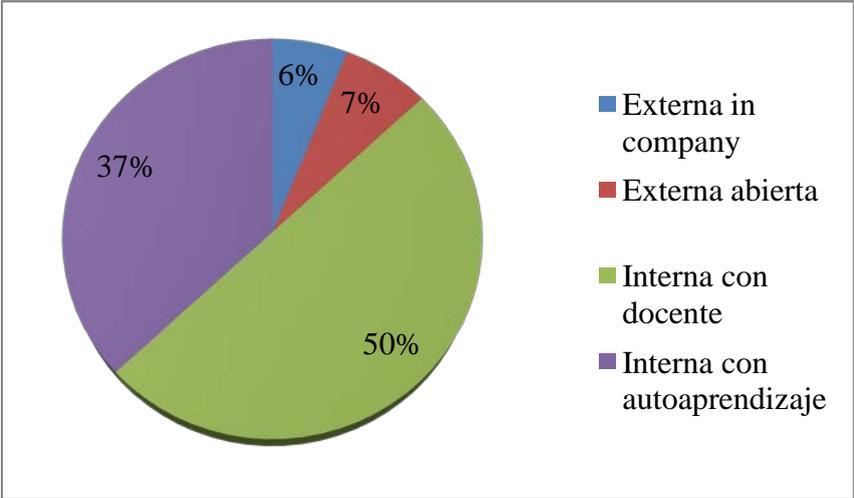


La alternativa de capacitación interna ha demostrado brindar muy buenos resultados con respecto a la adecuación de los contenidos a las necesidades, la transmisión de los aprendizajes al desarrollo de las tareas y el nivel de satisfacción de los participantes. Así, no sorprende que el análisis de la evolución de la distribución de las plazas de capacitación de los últimos años muestre que la formación interna crece sostenidamente respecto a la externa.

En cuanto a esta última, las actividades *in Company* representaron el 44% del total de las contrataciones. Se recurre a la capacitación externa en aquellos casos que el conocimiento y competencias requeridas no se encuentran disponibles dentro del banco debido a su nivel de especificidad técnica o, cuando identificados potenciales capacitadores internos, ellos no estaban disponibles para desempeñarse en el rol.

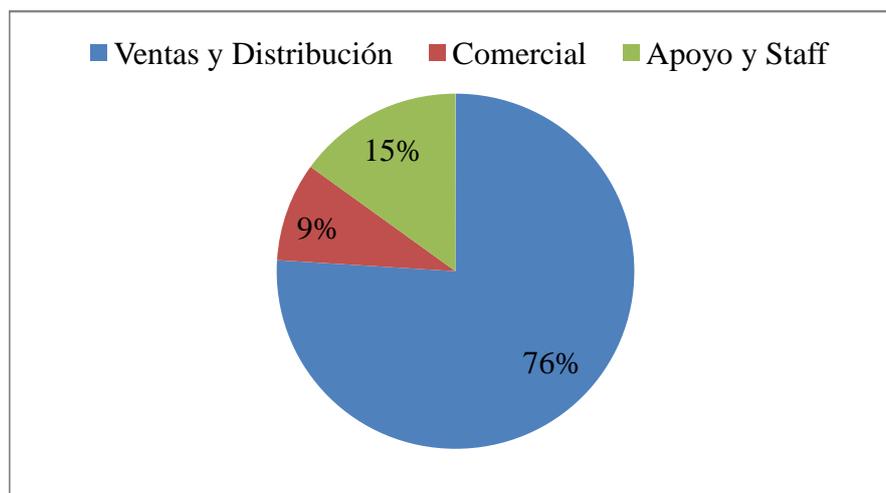
Por último, también se gestionó el cofinanciamiento de 10 matrículas en posgrados destinadas a funcionarios de las áreas Corporativa, Finanzas, Personas, Contabilidad, Gestión Humana, y Oficina de Políticas y Control de Riesgo y hubo participación en seminarios, eventos y congresos.

**Gráfico 12**  
**Distribución de plazas de capacitación por modalidad de enseñanza**



Fuente: BROU.

**Gráfico 13**  
**Distribución de plazas por áreas del BROU**



Fuente: BROU.

## ***4.2 El sector forestal***

### ***4.2.1 Contexto de cambio tecnológico en el sector a nivel mundial***

La automatización de procesos viene teniendo y, la tendencia continuará a futuro, impactos importantes en el sector forestal, ya que gran parte de la mano de obra empleada allí se ocupa de tareas manuales y repetitivas. Más allá de la familiaridad con el oficio, no son necesarias, en general, más que habilidades cognitivas básicas para desempeñar estas tareas. Como hemos visto, este tipo de ocupaciones son las que la innovación tecnológica tiene mayores probabilidades de desplazar.

La operativa del sector forestal se divide en cuatro etapas: la tala; la extracción de los troncos; la clasificación, apilamiento y carga; y, finalmente, el transporte al mercado o a las plantas procesadoras. En líneas generales, dentro de la cadena forestal, la elaboración de robots eficientes está considerablemente más avanzada en el caso de aquellos dedicados a plantas industriales, que en los destinados a actividades de la etapa primaria. El sector intenta superar las barreras tecnológicas que aún enfrenta para poder avanzar hacia la automatización en todas las etapas de la cadena a través de dos canales: el manejo a control remoto y la tele-operación. El manejo a control remoto se refiere al control de la maquinaria por parte de un trabajador desde el lugar donde se produce la tala. La tele-operación refiere al manejo de varias máquinas a la vez desde una sala de operaciones.

El impacto que los cambios tecnológicos tendrán en la cadena forestal es abordado en un informe reciente de Visser (2018). En el caso del proceso de tala, aún queda un largo camino por recorrer para llegar a un robot que sea totalmente autónomo. Por un lado, no se ha logrado desarrollar maquinaria lo suficientemente eficiente en la tala para que opere sin un humano dirigiéndola. Por otro, el uso de un robot autónomo puede tener consecuencias medio ambientales negativas, por destrucción tanto de la flora como de la fauna. En esta parte del proceso, lo más probable es que en el futuro cercano se continúe por una senda que hará que los trabajadores deban adaptarse a trabajar con más ayuda de maquinaria de alta tecnología, pero hoy sería aventurado afirmar que la automatización completa del proceso es algo cercano en el tiempo.

El proceso de extracción consiste en recoger el árbol, luego de talado, y llevarlo hacia una zona en la que luego se clasificará y apilará. Este proceso está avanzando en su nivel de automatización. En el caso del transporte de troncos, algunas dificultades importantes son el tamaño y el peso del producto, además de preocupaciones medioambientales relacionadas a que máquinas de gran tamaño se manejen de manera autónoma en el medio de un bosque.

El clasificar y apilar los troncos con el fin de prepararlos para su posterior transporte es una tarea que cada vez incorpora más tecnología. Nuevamente, las dimensiones y el peso del producto representan un obstáculo para avanzar hacia una automatización completa del apilado. Sin embargo, la innovación tecnológica en sensores y drones, utilizados en la clasificación, agilizará este proceso. Finalmente, el transporte de la mercadería se realiza en camiones de gran tamaño. Este proceso se automatizará en la medida que se pueda automatizar la conducción de medios de transporte.

En suma, el sector forestal está inmerso en un proceso de innovación tecnológica que permitirá automatizar la mayor parte de las etapas de su proceso productivo. Los trabajadores deberán adaptarse a trabajar con robots cada vez más sofisticados. Esto traerá aparejado el desafío de obtener mano de obra calificada para manejar hardware y software de alta tecnología, lo que puede ser complejo, especialmente en zonas rurales.

Uruguay es un país donde la mano de obra dedicada a tareas de campo tiene una relevancia económica e histórica. No es extraño que el Estado uruguayo, a través de su Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), haya realizado el estudio “Automatización y Empleo en Uruguay”, donde evalúa el riesgo de automatización de distintas tareas en los próximos años en el país incluyendo varias de base agropecuaria (Oficina de Planeamiento y Presupuesto, 2016). De acuerdo a este documento, los empleos relacionados al sector forestal corren un riesgo promedio de automatización del 68%, lo que es superior a la media de 65%, si se considera la

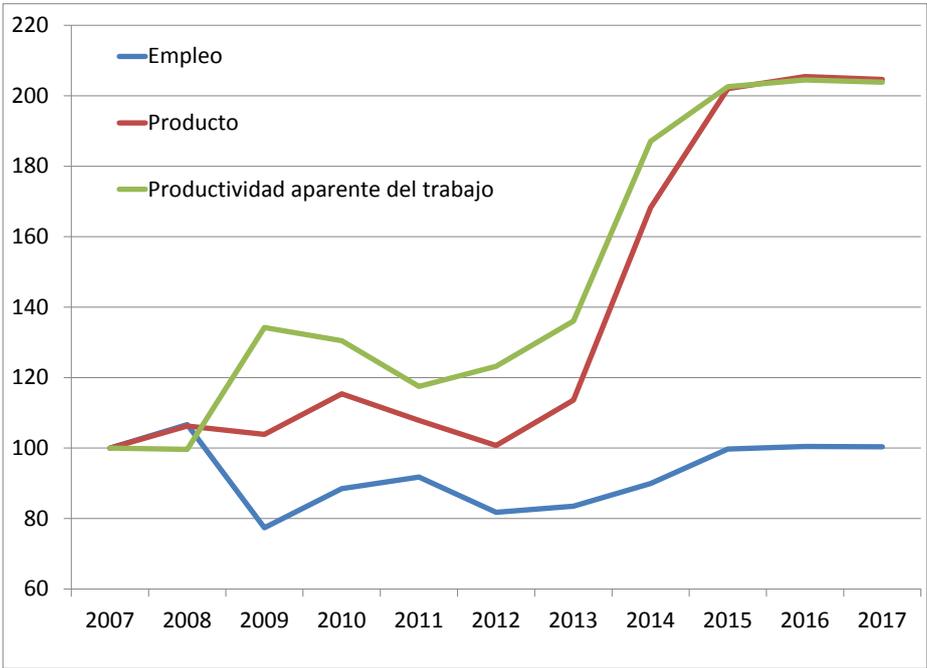
economía uruguaya en su conjunto, pero inferior al riesgo de todos los empleos relacionados al medio rural, que es del 78%.

**4.2.2 El sector forestal en su fase primaria**

El producto del sector silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas ha experimentado un crecimiento muy importante en los años 2014 y 2015. Esto se explica fundamentalmente por las grandes inversiones extranjeras que ha recibido el país en el sector. El empleo ha permanecido constante entre los años 2007-2017, llegando a 8.428 trabajadores, cifra similar a la de 10 años atrás. Esto ha implicado un aumento de la productividad aparente del trabajo de algo más del 100% en estos 10 años. Como quedará claro a partir del caso de estudio de la sección siguiente, el cambio tecnológico en el sector ha sido muy importante y seguramente ha cumplido un rol clave para el aumento de la productividad aparente del trabajo en el mismo.

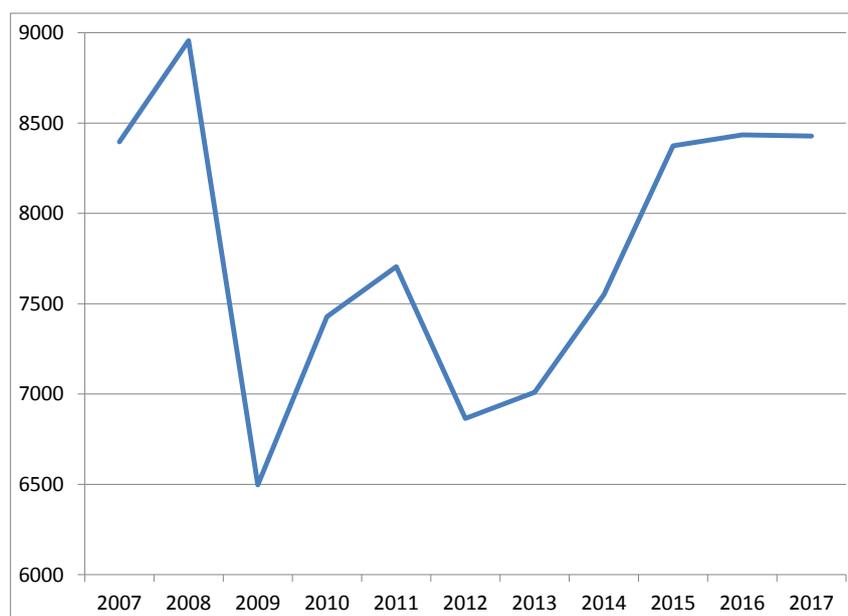
**Gráfico 14**

**Empleo, producto y productividad aparente del trabajo del sector silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas (índices)**



Fuente: Banco Central del Uruguay, Boletín Forestal, MGAP y Uruguay XXI.

**Gráfico 15**  
**Empleo en la fase silvícola**



Fuente: Boletín Forestal, MGAP y Uruguay XXI.

#### ***4.2.3 UPM y el cambio tecnológico***

UPM cuenta con seis áreas de negocio: biorrefinado, contrachapado, energía, papeles de comunicación, papeles especiales y raflatac. La empresa emplea alrededor de 19.100 personas en todo el mundo y sus ventas anuales rondan los 10.000 millones de euros. Las acciones de UPM cotizan en la Bolsa de Valores de Helsinki.

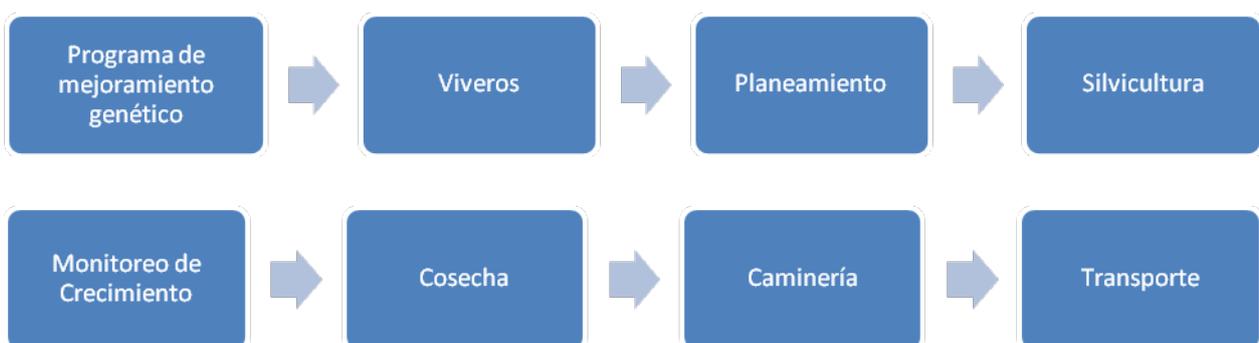
Las operaciones de UPM en Uruguay incluyen la producción de celulosa en Fray Bentos, la empresa forestal y de abastecimiento de madera UPM Forestal Oriental con sus dos viveros, y la Fundación UPM. En Uruguay UPM Forestal Oriental gestiona alrededor de 250.000 hectáreas de áreas plantables, incluyendo predios propios y de terceros a través del Programa Fomento. Todas las plantaciones forestales de UPM están certificadas.

La planta de celulosa ubicada en Fray Bentos comenzó sus operaciones en el año 2007 y continúa siendo una de las fábricas más modernas y eficientes del mundo. Su capacidad de producción anual es de 1,3 millones de toneladas de pulpa de celulosa de eucalyptus. Además de elaborar celulosa, la planta UPM de Fray Bentos produce energía a través de la biomasa, y aporta el 8% del total de la energía producida en Uruguay. La materia prima de la planta proviene de plantaciones nacionales administradas de forma sostenible. UPM emplea directa e indirectamente a 7.000 personas en Uruguay y su aporte al PBI ronda el 1,4% (UPM Forestal Oriental, 2018).

El principal objetivo de UPM Forestal Oriental, la unidad de negocios (que es objeto del estudio de caso), es la producción de madera para la fabricación de pulpa de celulosa, atendiendo principalmente la demanda de la planta de Fray Bentos con 70% de madera proveniente de campo propios de la empresa y 30% de campos de terceros. Su misión es “asegurar el suministro sostenible de madera para pulpa de celulosa mediante un buen relacionamiento con el cliente y a un costo competitivo”(UPM, 2018).

El proceso productivo de UPM Forestal Oriental se puede dividir en ocho etapas distintas. La primera es el *Programa de Mejoramiento Genético*. El objetivo de esta etapa es proveer a la empresa de los mejores árboles, es decir, aquellos que tengan un mayor rendimiento de madera, calidad de fibra y adaptación a los sitios forestales. En esta etapa se seleccionan los mejores ejemplares de cada especie y se realizan los cruzamientos controlados. Esto se lleva a cabo en el laboratorio de micropropagación, donde los árboles se reproducen a través del proceso de multiplicación vegetativa, para obtener plantas madres de nuevos clones. De esta forma se obtienen los materiales más productivos, con mejor adaptación al suelo y al clima, y que cuentan con las características necesarias para cumplir con las demandas de la industria de celulosa y papel. Al comparar el rendimiento de celulosa por hectárea entre las primeras plantaciones y las actuales, el rendimiento se ha duplicado gracias al Programa de Mejoramiento Genético.<sup>26</sup>

**Figura 2.**  
**UPM, proceso productivo en la fase primaria**



Fuente: Información provista por la empresa

El proceso de producción continúa en los *viveros*, en donde se producen los platines de eucalipto, ya sean obtenidos de semillas o por propagación vegetativa. El tercer paso en la producción es el *planeamiento*, el cual actúa como proceso de soporte a la producción. En esta etapa se evalúan las tierras a forestar a través de un

<sup>26</sup> Aboal *et al.* (2018) estudian este proceso y las redes de conocimiento que se establecieron a estos efectos.

estudio ambiental, optimizando el uso de los recursos naturales de forma responsable. El siguiente paso en la producción es la *silvicultura*. La misma es de suma importancia dado que para alcanzar los objetivos propuestos es necesario contar con una masa forestal estable que asegure una adecuada relación sitio-especie. La empresa trabaja con las especies *Eucalyptus Grandis* y *Eucalyptus Dunnii* y sus híbridos. En esta etapa se plantan los plantines, producidos en los viveros, en las tierras evaluadas como adecuadas por las áreas de planeamiento y medioambiente.

El quinto paso es el *monitoreo del crecimiento*. Este se realiza a través de parcelas permanentes, que se miden anualmente a partir del primer año de edad. Además, las plantaciones se evalúan dos veces a lo largo del turno, la primera vez a los cinco años, y la segunda, previamente a la cosecha. A partir de esta información se obtienen indicadores básicos para poder monitorear el crecimiento, tales como árboles/ha, entre otros. A su vez, los datos obtenidos sirven para mantener actualizados los stocks de madera en las plantaciones, y para evaluar las potencialidades de las especies y genotipos.

El sexto paso en el proceso es la *cosecha*. Los árboles se pueden cosechar a partir de los nueve a diez años. Si bien no siempre fue así, actualmente, el 100% la cosecha es mecanizada. Esto incluye las siguientes tareas: corte, desrame, descortezado y trozado del árbol. Al final del proceso quedan los troncos apilados al borde del camino para ser transportados. Esto se hace a utilizando dos máquinas: la cosechadora forestal que hace las primeras tareas, y el cargador forestal que es el que se encarga de ingresar al área, cargar los trozos y transportarlos a la orilla de los caminos donde son cargados a los camiones.

La séptima etapa en el proceso es la *caminería*: cada año se realizan mejoras tanto en caminos internos como vecinales para asegurar la eficiencia en las operaciones de carga y transporte. Finalmente, el proceso productivo termina con el *transporte*, en el que las empresas especializadas en carga y transporte forestal trasladan la madera hacia los clientes de UPM Forestal Oriental, principalmente a la planta de celulosa en Fray Bentos, la que cada año recibe aproximadamente 4 millones de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de madera.

Este análisis de caso se centra principalmente en el proceso de *silvicultura*, aunque se harán algunas referencias que incluyen hasta el proceso de *cosecha*. UPM Forestal Oriental viene desde hace 10 años impulsando el desarrollo de una silvicultura de precisión a través de la simplificación y mecanización de actividades y el mejoramiento de los sistemas de captura y flujo de la información. La estrategia que se utiliza se puede resumir en la sigla SMS: simplifica, mecaniza y sincroniza. Los motivos para implementar el proyecto de cambio tecnológico asociado a esta estrategia han incluido: reducir costos, generar una ventaja competitiva, mejorar la seguridad y/o transparencia de los procesos, y aumentar la eficiencia.

Para poder implementar el proyecto se debió invertir en adquisición de maquinaria y equipo, hardware, software y licencias o patentes. Los principales resultados de este cambio tecnológico han estado alineados a los objetivos buscados y se cree que aún no ha generado todos los impactos positivos potencialmente alcanzables, ya que las oportunidades son continuas y persistentes.

Este proceso de cambio tecnológico se enmarca en una etapa de cambio organizacional que apunta a la automatización y racionalización. Como se vio para el caso bancario, la automatización se asocia con la incorporación de tecnología que ayuda a las labores de control de los trabajadores y tiene el objetivo de corregir errores que son comunes en tareas repetitivas cuando son realizadas por personas. La racionalización, en tanto, se basa en la incorporación de tecnología que ayuda a tomar decisiones para mejorar la eficiencia de los procesos internos de la empresa y a los mandos intermedios en la gestión de las operaciones.

En el caso de UPM Forestal Oriental se han venido implementando cambios tecnológicos que involucran desde el tipo de insumos que utilizan al desarrollo de equipos y maquinarias que permiten un trabajo más eficiente y seguro. La mecanización de las tareas silvícolas ha avanzado trabajando en conjunto con proveedores nacionales de la industria metalúrgica, donde se han podido desarrollar innovadores implementos para las tareas de campo.

Por otra parte, se ha incorporado tecnología que permite el seguimiento satelital de los equipos, la identificación de las tareas realizadas y el monitoreo del cumplimiento de los diseños de plantación previstos en forma remota y continua. Asimismo, en el seguimiento posterior a la plantación y para lograr asegurar la calidad de la producción en los meses posteriores a la misma, se incorporó la tecnología de drones. Estos toman fotografías que permiten cuantificar la cantidad de árboles existentes en la plantación, conformando un indicador relevante de la calidad de la silvicultura.

Distintas aplicaciones móviles permiten el registro de eventos y de las diferentes actividades que se realizan en cada momento a nivel de campo, agilizando el flujo de la información y el control de las operaciones, así como la toma de decisiones. La inmediatez de la información y la gestión de los sistemas han permitido la automatización de controles y la mejora en la gestión diaria de las operaciones.

La evolución que ha implicado el desarrollo de esta estrategia ha sido acompañada por la profesionalización de las empresas de servicios vinculadas a las operaciones silvícolas. En la implementación de esta estrategia y en la incorporación de la tecnología en los diferentes niveles participa personal propio de las diferentes unidades de UPM, con el apoyo de proveedores externos e instituciones como la Universidad de la República, entre otros. A su vez se trabaja coordinadamente con

otras empresas nacionales forestales para el control y monitoreo de plagas, enfermedades y control de incendios.

Las tareas silvícolas se pueden resumir en 4 grandes grupos: i) la habilitación del terreno a continuación de la cosecha forestal; ii) preparación de la tierra; iii) plantación y fertilización; y iv) controles de hormigas y de malezas.

La primera tarea silvícola, la habilitación del terreno a continuación de la cosecha forestal, era uno de los grandes desafíos hace unos años, dado que se debía realizar de forma manual y los “restos” de las cosechas hacían muy difíciles las tareas posteriores. Como respuesta a esto, se crearon distintos implementos mecánicos para llevar adelante diferentes tareas y dejar el suelo listo para plantar. Se desarrolló un equipo “3 en 1” que cumple 3 funciones distintas: despejar el suelo, cortar y luego laborar la tierra. Este equipo se adosa a tractores y fue una innovación nacional, ya que era necesario diseñarlo teniendo en cuentas las especificidades de Uruguay.

La plantación se hace de dos maneras, manual y con un tubo plantador. Este último permite plantar y fertilizar al mismo tiempo. En algunos lugares la plantación se realiza de forma manual ya que las maquinas no pueden entrar por distintos motivos (por ejemplo, lugares muy complejos donde hay piedras o restos de cosecha). Sin embargo, esto es la excepción y no la regla en este momento. En el pasado estas tareas se realizaban de forma manual.

También se implementaron máquinas para el control de hormigas. La aplicación de herbicidas en los inicios era de forma totalmente manual, caminando por campo y aplicando el producto. Ahora son las máquinas quienes se encargan de esta tarea. Lo mismo sucede con el control de las malezas.

Las máquinas que se utilizan durante todo el proceso de silvicultura (despojadores, forestizadores, tractores, etc.) cuentan con GPS. De esta forma, se realiza un seguimiento satelital con control de tiempos de demora, recorridos y el monitoreo de todas las tareas. En otras palabras, hay un control total del proceso de silvicultura a través de la tecnología. Esta información también es utilizada para planificar mejoras de eficiencia.

#### ***4.2.3 Impactos del cambio tecnológico en el empleo y la productividad***

Para analizar cuál fue el impacto del cambio tecnológico analizado se implementó un cuestionario en el cual se solicitó información sobre el número de empleados en las diferentes ocupaciones del proceso de silvicultura en 3 momentos distintos del tiempo. Esta información se recabó para el año 2008 (año en que comenzó el cambio tecnológico), para el año 2018 y para el año 2023 (estimaciones de las tendencias futuras). Esta información se observa en el Cuadro 7.

La primera ocupación en el cuadro es peón silvícola. El personal que se dedica a esta tarea está totalmente tercerizado. En el año 2018 el número de peones silvícolas cae a menos de la mitad con respecto a la cantidad en el año 2008. Se espera que esta caída se acentúe aún más y que en año 2023 sean 250 los peones silvícolas. La edad promedio de esta ocupación es de 30 años, y aunque el porcentaje de hombres es muy alto, disminuyó en el año 2018 y se espera que se reduzca aún más para el año 2023. El personal que se emplea en esta ocupación es no calificado (solo un 30% cuenta con primaria completa) y nadie cuenta con secundaria completa.

Se le preguntó a la empresa que evaluara, en una escala de 1 a 5 (de nada a muy importante), la importancia asignada a 5 habilidades de la mano de obra: físicas o manuales, cognitivas básicas, cognitivas avanzadas, tecnológicas y socioemocionales. En el Cuadro 8 se muestran ejemplos genéricos de estas habilidades. Las habilidades físicas y manuales requeridas para esta ocupación pasaron de ser “muy importantes” en el año 2008 a “importantes” en el año 2018 y se espera que se mantenga así hasta el año 2023. Las cognitivas básicas avanzaron un punto, aunque siguen siendo no muy importantes y no se esperan cambios en ese sentido hacia 2023. En tanto, las habilidades cognitivas avanzadas no son nada importantes en esta ocupación, ni tampoco lo serán en un futuro. Esto tiene coherencia con el hecho de que el personal que se emplea para esta ocupación es no calificado. Por otro lado, las habilidades sociales y emocionales siempre tienen la misma importancia, 3. Por último, las habilidades tecnológicas no son requeridas para esta ocupación hasta el momento, aunque se espera que para el año 2023 se demande un poco más de esta habilidad.

La segunda ocupación relevada es tractorista. En este caso, la empresa cuenta tanto con personal propio como tercerizado, aunque este último es mucho mayor al primero. La cantidad de personal propio disminuye de 10 personas en el año 2008 a 6 en el año 2018 y se espera que se mantenga igual dentro de 5 años. En tanto, el número total de empleados aumentó; pues se registró un incremento considerable en el personal tercerizado (100 personas entre los años 2008 y 2018) y se espera que siga creciendo hasta alcanzar los 220 empleados tercerizados con ocupación de tractorista en el año 2023 (40 empleados más que los que se desempeñan actualmente).

La edad promedio ronda los 40 años y el máximo nivel alcanzado es primaria completa. Las habilidades físicas y manuales disminuyeron en un punto su importancia en el año 2018 en relación al año 2008, y se espera que en el año 2023 la importancia de estas se mantenga igual. Por otro lado, las habilidades cognitivas básicas aumentaron un punto su importancia entre los años 2018 y 2023. En el caso de las habilidades cognitivas avanzadas estas son nada importantes para ninguno de los 3 años. Esto guarda estrecha relación con la característica de que el personal que se emplea para desempeñar esta ocupación es poco calificado. Por otro lado, las habilidades sociales y emocionales tienen cierta importancia pues se mantienen en

nivel 3 a lo largo de todos los años. Por último, el mayor cambio está en las habilidades tecnológicas demandadas. Al comienzo, en el año 2008, estas eran nada importantes, en el año 2018 aumentaron en un punto su importancia y en el año 2023 se espera que crezcan un punto más pasando a ser nivel 3.

La tercera ocupación relevada es capataz o supervisor. Para esta ocupación UPM cuenta tanto con personal propio como tercerizado. El número de capataces o supervisores empleados propios de la empresa disminuyó en el año 2018 en relación al año 2008 y se espera que de aquí a 5 años se mantenga igual. Sin embargo, la cantidad de personal tercerizado en esta ocupación aumentó, por lo que en forma global el total de empleados en esta ocupación creció y se espera que sea aún mayor dentro de 5 años. La mano de obra empleada en esta ocupación es en su mayoría de sexo masculino, aunque el porcentaje ha comenzado a disminuir y se espera que lo siga haciendo para el año 2023.

De las tres ocupaciones analizadas, esta es la que cuenta con personal más calificado. El porcentaje de trabajadores con educación universitaria completa ha ido en aumento y se espera que dentro de 5 años sea de un 25% para el personal propio y un 15% para personal tercerizado. El porcentaje de trabajadores con educación secundaria completa también ha ido en aumento, al igual que el porcentaje con primaria completa. Dentro del personal propio, en el año 2018 el 100% de los empleados cuenta con primaria completa, comparado con un 90% hace 10 años atrás. Con respecto al personal tercerizado este porcentaje es menor; era de un 80% hace 10 años, actualmente es de 90% y se espera que en el año 2023 sea de 95%.

Las habilidades físicas y manuales requeridas para esta ocupación difieren entre el personal propio y el tercerizado, dado que tienen responsabilidades y actividades distintas. Para el personal propio, en el año 2008 esta habilidad tenía una clasificación de 3, mostrando cierta importancia. Este nivel disminuyó en año 2018 a 2 y se espera que en el año 2023 esta habilidad sea nada importante. Por otro lado, para el caso del personal tercerizado, las habilidades físicas y manuales eran importantes en el año 2008, y en el año 2018 este nivel bajó un punto, posicionándose en nivel 3, el cual se espera que se mantenga en el año 2023.

La demanda de habilidades cognitivas básicas también difiere entre personal propio y tercerizado. En el caso de los primeros, estas eran importantes en el año 2008 y pasaron a ser muy importantes en el año 2018, y se espera que lo sigan siendo en el año 2023. Para el caso del personal tercerizado, la importancia de esta habilidad también aumentó, pero pasó de nivel 3 en 2008 a nivel 4 en los años 2018 y 2023.

El resto de las demandas de habilidades son las mismas sin realizar distinción entre si el personal es propio o tercerizado. Si se analizan las habilidades cognitivas avanzadas se observa un aumento en la demanda: estas tenían un nivel 2 en el año

2008, significando poca importancia, aumentaron a nivel 3 en el año 2018, y se espera que en el año 2023 lleguen a nivel 4. En la demanda de habilidades sociales y emocionales no se observa ninguna modificación (las mismas siempre tienen el mismo nivel, 4; lo que muestra su importancia en la ocupación de supervisor o capataz). Por último, la demanda por las habilidades tecnológicas ha aumentado. Hace 10 años estas habilidades eran poco importantes y en el año 2018 aumentaron dos niveles pasando a ubicarse en importantes. Se espera que esta tendencia se mantenga en el año 2023.

### Cuadro 7

#### Número de empleados en el sector silvicultura y habilidades demandadas

	Personal propio			Personal tercerizado		
	2008	2018	2023	2008	2018	2023
<b>OCUPACIÓN 1: Peón Silvícola</b>						
<b>Datos generales</b>						
Número de trabajadores				640	300	250
Porcentaje de trabajadores de sexo masculino				95%	90%	85%
Edad promedio				30	30	30
Porcentaje de trabajadores con educación universitaria completa				0%	0%	0%
Porcentaje de trabajadores con educación secundaria completa				0%	0%	0%
Porcentaje de trabajadores con educación primaria completa				30%	35%	35%
<b>Habilidades requeridas en esta ocupación</b>						
Físicas y manuales				5	4	4
Cognitivas básicas				1	2	2
Cognitivas avanzadas				1	1	1
Sociales y emocionales				3	3	3
Tecnológicas				1	1	2
<b>OCUPACIÓN 2: Tractorista</b>						
<b>Datos generales</b>						
Número de trabajadores	10	6	6	80	180	220
Porcentaje de trabajadores de sexo masculino	100%	100%	100%	95%	90%	85%
Edad promedio	40	47	50	40	40	40
Porcentaje de trabajadores con educación universitaria completa	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Porcentaje de trabajadores con educación secundaria completa	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Porcentaje de trabajadores con educación primaria completa	100%	100%	100%	60%	70%	70%
<b>Habilidades requeridas en esta ocupación</b>						
Físicas y manuales	N/A	N/A	N/A	4	3	3
Cognitivas básicas	N/A	N/A	N/A	2	3	3
Cognitivas avanzadas	N/A	N/A	N/A	1	1	1
Sociales y emocionales	N/A	N/A	N/A	3	3	3
Tecnológicas	N/A	N/A	N/A	1	2	3
<b>OCUPACIÓN 3: Capataz o Supervisor</b>						
<b>Datos generales</b>						
Número de trabajadores	90	70	70	80	120	130
Porcentaje de trabajadores de sexo masculino	99%	97%	95%	95%	90%	85%

Edad promedio	42	42	42	45	45	45
Porcentaje de trabajadores con educación universitaria completa	15%	20%	25%	5%	10%	15%
Porcentaje de trabajadores con educación secundaria completa	80%	80%	95%	60%	60%	65%
Porcentaje de trabajadores con educación primaria completa	90%	100%	100%	80%	90%	95%
<b>Habilidades requeridas en esta ocupación</b>						
Físicas y manuales	3	2	1	4	3	3
Cognitivas básicas	4	5	5	3	4	4
Cognitivas avanzadas	2	3	4	2	3	4
Sociales y emocionales	4	4	4	4	4	4
Tecnológicas	2	4	4	2	4	4

Fuente: encuesta a UPM Forestal Oriental.

En resumen, en las tres ocupaciones relevadas se observa una disminución de la importancia de las habilidades físicas y manuales, hecho que refleja la automatización de las tareas más básicas. A su vez, hay un aumento de la importancia de las habilidades cognitivas básicas, evidenciando el desplazamiento de las físicas y manuales en favor de estas últimas. Por otro lado, considerando las habilidades cognitivas avanzadas, en las primeras dos ocupaciones relevadas, peón silvícola y tractorista, estas se mantienen sin importancia alguna. Esto se debe a la característica propia de estas ocupaciones que demandan mano de obra poco calificada.

A diferencia de estas dos ocupaciones, las habilidades cognitivas avanzadas están en continuo aumento de importancia para la ocupación de capataz o supervisor, la cual cada vez se requiere mayor capacidad de análisis. En cuanto a las habilidades sociales y emocionales, estas son relativamente importantes en las 3 ocupaciones y se mantienen igual en los tres períodos de tiempo. Por último, la demanda de habilidades tecnológicas va en ascenso en las 3 ocupaciones. Donde más aumenta es en las de tractorista y supervisor o capataz. En particular, estos últimos deben mejorar su capacidad de utilizar dispositivos electrónicos para controlar los procesos y analizar los datos que surgen de estos.

Por otro lado, en cuanto a la cantidad total de trabajadores, en términos absolutos si se consideran las 3 ocupaciones el número total de empleados disminuyó un 25% entre los años 2008 y 2018. De alguna forma el efecto escala no logro compensar el efecto desplazamiento si solo se analizan estas tres categorías de empleados. Analizado las ocupaciones por separado, el número de empleados solo disminuyó en la de peón silvícola, pero esta caída fue suficiente como para superar el número de nuevos empleados en las otras dos ocupaciones. Para el año 2023 se espera que el número total se mantenga igual, y que el de peón silvícola disminuya aún más, mientras las otros dos continúan aumentando. Esto muestra que en este caso de estudio los avances tecnológicos han favorecido la mano de obra más calificada y se espera que esta tendencia continúe.

Se puede concluir que en caso de la silvicultura los avances tecnológicos han desplazado a los humanos en el desempeño de tareas físicas y manuales y han incentivado una mayor demanda de habilidades cognitivas y tecnológicas. Como resultado, los empleados pueden destinar su tiempo a realizar otras tareas de mayor valor agregado y, por tanto, elevar la eficiencia del proceso. A su vez, el número de ocupados en la tarea que requiere menos capacitación (peón silvícola) disminuye rápidamente, mientras que los demandados en las otras dos ocupaciones, que requieren mayores habilidades tecnológicas y cognitivas, aumentan.

Previamente a la implementación de estos cambios, la mano de obra con la que contaba la empresa no tenía la formación profesional para poder llevar a cabo las nuevas tareas, pero si las habilidades personales requeridas. El nivel de satisfacción con la mano de obra destinada a implementar el proceso de cambio tecnológico es “algo conforme”.

**Cuadro 8**  
**Ejemplos de habilidades en cada una de las 5 categorías**

<b>Habilidades físicas y manuales</b>
Operación y navegación de equipos generales
Reparación de equipos generales y habilidades mecánicas
Habilidades artesanales y técnicas
Habilidades motoras finas
Habilidades motoras gruesas y fuerza
Habilidades de inspección y monitoreo
<b>Habilidades cognitivas básicas</b>
Alfabetización básica, aritmética y comunicación
Entrada de datos y procesamiento básico
<b>Habilidades cognitivas superiores</b>
Alfabetización y escritura avanzadas
Habilidades cuantitativas y estadísticas
Pensamiento crítico y toma de decisiones
Gestión de proyectos
Procesamiento de información complejo e interpretación
Creatividad
<b>Habilidades sociales y emocionales</b>
Habilidades avanzadas de comunicación y negociación
Habilidades interpersonales y empatía
Liderazgo y gestión de otros
Emprendimiento y toma de iniciativa
Adaptabilidad y aprendizaje continuo
Enseñando y entrenando a otros

Habilidades tecnológicas
Habilidades digitales básicas
Habilidades y programación de tecnologías de la información avanzada
Análisis avanzado de datos y habilidades matemáticas
Diseño, ingeniería y mantenimiento de tecnología
Investigación científica y desarrollo

Fuente: Bughin *et al.* (2018).

#### 4.2.4 Políticas de formación y capacitación

Los cambios que se han ido implementando en la empresa han generado modificaciones en los requerimientos asociados a los perfiles de los trabajadores. UPM Forestal Oriental realiza estudios para poder anticipar la demanda de mano de obra, vinculando los planes estratégicos de la empresa con la cantidad y el tipo de trabajadores necesarios para lograrlos. En particular, se realizan niveles de proyección con distintos horizontes temporales. Esto permite obtener conocimiento de futuras demandas y, en caso de que no exista personal con las habilidades necesarias, generarlas. Se trata de un proceso dinámico y continuo, con soluciones a medida según el caso.

Es importante mencionar que al analizar las necesidades de recursos humanos la empresa realiza un análisis amplio, incluyendo también a las tercerizadas que brindan servicios a UPM. Por tanto, se capacita mano de obra no solo para emplear directamente, sino también para que sean empleados en sus prestadores de servicios. Esto se debe, en parte, a que al ser una industria nueva ha tenido que tomar rol de liderazgo en la mejora de la productividad en la cadena. Esto es también interesante en términos de los efectos desbordamiento al resto de la economía que UPM genera a través de la mejora en la eficiencia de sus proveedores de servicios.

Por un lado, se ha contratado mano de obra con formación personal específica y con las habilidades personales adecuadas. Pero ha habido dificultades en este proceso, en particular por la escasez de personal calificado en las localidades del interior del país, que es donde se desarrollan las operaciones de la empresa. Esto es importante considerando que UPM prioriza generar las competencias en las comunidades donde se va a desarrollar la actividad, de modo de que los pobladores puedan tener acceso al trabajo en la empresa. Para superar esta limitante, UPM ha implementado programas de capacitación específica, proporcionados por la propia empresa o por empresas contratadas o en conjunto con instituciones de formación profesional. A continuación, se describen algunos ejemplos de estas actividades.

### ***Capacitación in-house***

En el caso de la silvicultura la capacitación es específica y se hace *in-house* debido a que las nuevas tecnologías e implementos son desarrollos propios. Hay cerca de 30 empresas contratistas (proveedoras) con las que trabaja UPM en silvicultura y se realizan capacitaciones para ellos también. Se han desarrollado aplicaciones para los celulares y se brindan capacitaciones a los empleados para el uso de éstas, que incluyen, por ejemplo, algunas asociadas al uso de los herbicidas y al seguimiento de las jornadas de plantación. Todo esto implica un cambio cultural, y se han tenido que brindar capacitaciones a los operarios para que aprendan a utilizar distintos dispositivos electrónicos y logren apreciar el beneficio que generan en las gestiones y las correspondientes ganancias de eficiencia.

La empresa también brinda capacitación en las habilidades “soft”. En los últimos 2 años se realizaron análisis para determinar los programas a implementar para mejorar dichas competencias. Los temas incluidos en estas capacitaciones son inteligencia emocional, autoanálisis y definición de objetivos personales, perfil de un líder, planificación y control de gestión, negociación y gestión de conflictos.

### ***Cooperación con instituciones de capacitación***

Uno de los objetivos de UPM es incentivar a las instituciones dedicadas a actividades de capacitación para que formen personas con las habilidades demandadas en el mercado. Por esta razón, se han concretado distintas instancias de cooperación entre la Fundación UPM y dichas instituciones, incluyendo las siguientes:

#### *Acuerdos con la Universidad del Trabajo del Uruguay (UTU)*

##### Mecatrónica

Se implementó un programa en conjunto con la UTU con el objetivo de formar personal en mecatrónica con un perfil forestal. La empresa considera que los trabajadores que se adaptan mejor a estas tareas son aquellos vinculados al campo, y por tanto es importante seleccionar a personas que viven en el medio rural, para que se formen en las nuevas demandas de trabajo. El objetivo de este programa fue ir actualizando a los jóvenes para que puedan desempeñarse en las nuevas tareas que van surgiendo. Se trabajó en conjunto con la UTU para diseñar la currícula y se brindó apoyo de los ingenieros forestales e ingenieros de la planta.

##### Vivero

UPM y los contratistas requerían un número importante de mano de obra con determinado conocimiento y capacitación para establecer el segundo vivero en Guichón, Paysandú. Para poder generar las capacidades específicas demandadas se realizó un acuerdo con la UTU de Guichón. El programa de estudio fue creado a

medida y personal de UPM participó como docente. Como resultado, se formó un número muy importante de técnicos que luego fueron contratados por las distintas empresas tercerizadas que brindan servicios a UPM.

#### Acuerdos con INEFOP y Asociación de Sectores Forestales

UPM también trabaja con la asociación que representa al sector forestal y con el Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional (INEFOP); este es un organismo tripartito, con representación de empresas, trabajadores y gobierno. Actualmente, se está intentando planear junto con el INEFOP la demanda de los trabajadores que van a ser necesarios en los próximos dos años. El modo de trabajo actual con el INEFOP es el siguiente: el ente público financia las horas de capacitación para los futuros empleados y luego esta formación debe ser complementada con prácticas en empresas (formación dual). Esto se hace a cargo de la empresa. Por ejemplo, esta capacitación lleva como mínimo un año para que el empleado pueda manejar un *harvester*. Se estima que el costo de formar un conductor de *harvester* es del orden de los 6 mil dólares, de los cuales la empresa aporta 3 mil.

### *4.3 Comercio minorista*

#### *4.3.1 Contexto de cambio tecnológico en el sector a nivel mundial*

La automatización de transacciones y procesos afectará la naturaleza de los negocios minoristas y llevará a grandes cambios tanto en la relación con los clientes como en los procesos internos de las empresas. Al igual que en el sector financiero, mientras la automatización de procesos significará una sustitución de mano de obra por tecnología, la automatización de transacciones probablemente redunde en una mayor escala del negocio. Ambas fuerzas operando a la vez tendrán como consecuencia un cambio significativo en cuánto a la composición de las plantillas de las empresas del ramo minorista (Deloitte, 2018).

La mayor parte de los trabajadores del sector minorista, incluyendo supermercados, se dedican a tareas manuales y repetitivas, para las que habilidades cognitivas básicas son suficientes. Este es el tipo de tareas que el avance tecnológico tornará obsoletas. Cargos tales como el de cajeros están en riesgo, en tanto que ya existe la tecnología para que los compradores paguen sus compras en una terminal, con un mínimo necesario de asistencia del personal. Asimismo, gran parte de los empleados de un supermercado se dedica a tareas de reposición de stocks. En un

futuro cercano, con la ayuda de sensores y de robots, la cantidad de reponedores necesarios también disminuirá drásticamente<sup>27</sup>.

Al igual que en el caso financiero, la automatización de la operativa minorista permite registrar datos relacionados a los consumidores y sus preferencias. Los supermercados utilizarán esos datos para poder conocer mejor sus consumidores, identificar sus preferencias y predecir su comportamiento. Esto hará que aumente la demanda de mano de obra en algunas áreas del sector minorista. En particular, crecerá la necesidad de mano de obra especializada en ofrecer servicios al consumidor, para poder aprovechar el mejor conocimiento que tendrán de su clientela. Para poder procesar esa información se requerirá personal capacitado para manejar y analizar grandes bases de datos. Así, es muy probable que en el sector minorista el área de predicción de la demanda del mercado se desarrolle significativamente (Manyika *et al.*, 2017).

Reforzando estos procesos, gran parte de la población cuenta con dispositivos móviles con tecnología suficiente para informarse y hacer compras por Internet. De hecho, una parte cada vez mayor de la población prefiere realizar sus compras vía web, en vez de hacerlo en una tienda física. El e-commerce permite conocer mejor los patrones de consumo de los clientes. Pero el e-commerce es también una oportunidad directa de aumentar la escala del negocio, llegando a sectores de la población a los que no es posible hacerlo disponiendo únicamente de tiendas físicas (KPMG, 2018).

La automatización de las transacciones puede también significar un cambio en la forma que compran los consumidores. Es probable que este nuevo consumidor compre más veces, cantidades menores de productos. Esto es un cambio importante en la operativa del negocio minorista y también llevará a la necesidad de modificaciones en las rutinas de las empresas para adaptarse al mismo (Deloitte, 2018).

La automatización generalizada en el proceso de compra y venta de mercadería abre la puerta a nuevos actores, que pueden llegar a competir con empresas más tradicionales del sector. Seguramente la tecnología hoy disponible no hace pensar que las grandes superficies de venta minorista desaparezcan en el corto plazo. Sin embargo, sí es factible que se difundan nuevas formas de negocios en las que el uso de mano de obra sea muy pequeño. De hecho, ya existen casos de estos nuevos modelos en sectores como la venta de muebles o de libros.

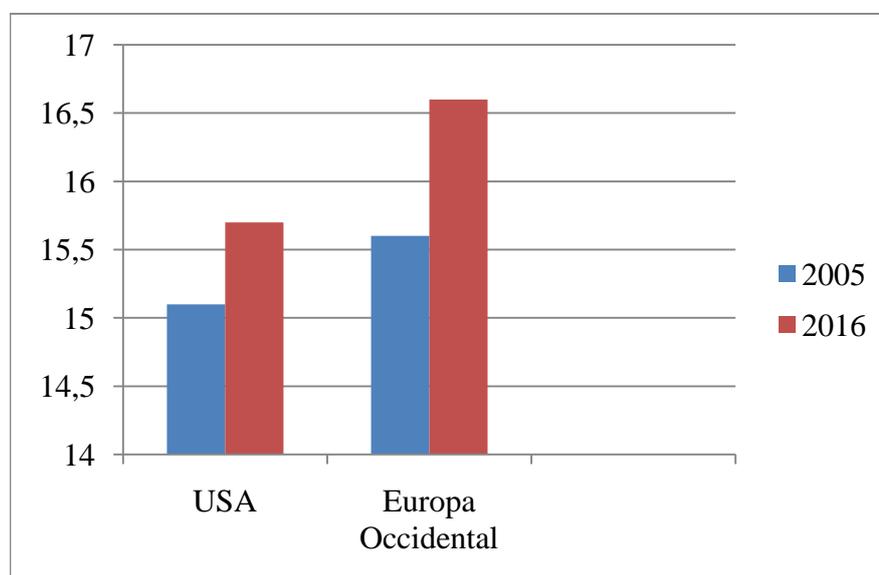
El ya citado trabajo de Bughin *et al.* (2018) muestra tendencias en materia de empleo para el sector de comercio minorista que son distintas a las comentadas para el

---

27 La Federación Internacional de Robótica estimaba que en el año 2018 se venderían en todo el mundo 35 millones de robots para ser utilizados en el área de servicios (Accenture, 2016). En el año 2015, esa cifra era de solo 152.400 unidades.

sector bancario y de seguros. El empleo total en el sector del comercio minorista entre los años 2005-2016, pasó de 15,1 (15,6) millones de trabajadores en USA (Europa Occidental<sup>28</sup>) a 15,7 (16,6) millones (Gráfico 16). Esto implica un crecimiento del empleo total en el periodo en ambas zonas del orden del 5% (contra menos de un 2% en el sector financiero y de seguros). Los 32,3 millones de empleados del año 2016 se distribuyeron, según tipo de ocupaciones, de la siguiente forma (en millones): 15,9 (49%) interacción con clientes, 4,9 (15%) personal de oficina, 3,3 (10%) tareas manuales, 2,5 (8%) gerentes y ejecutivos, 1,7 (5%) profesionales y 3,9 (12%) otros<sup>29</sup>. En términos del porcentaje del tiempo de trabajo total que se utilizó en diversas habilidades se encuentra la siguiente distribución: 24% habilidades físicas o manuales, 27% cognitivas básicas, 22% cognitivas avanzadas, 18% socio-emocionales y 10% tecnológicas<sup>30</sup>.

**Gráfico 16**  
**Empleo sector comercial minorista (en millones)**



Fuente: Bughin *et al.* (2018).

Bughin *et al.* (2018) estiman que para el año 2030 el empleo total en el sector comercio minorista crecerá cerca de un 3% y que la proporción de trabajadores por tipo de ocupación se alterará de la siguiente forma: 47% interacción con clientes (reducción de 3 pp con respecto al año 2016), 13% (-2 pp) personal de oficina, 7% (-3 pp) tareas manuales, 10% (+2 pp) gerentes y ejecutivos, 8% (+3 pp) profesionales y 15% (+3 pp) otros. En otras palabras, crecerá el personal directivo y profesional a expensas de los trabajadores que interactúan con clientes, manuales y el personal de oficina.

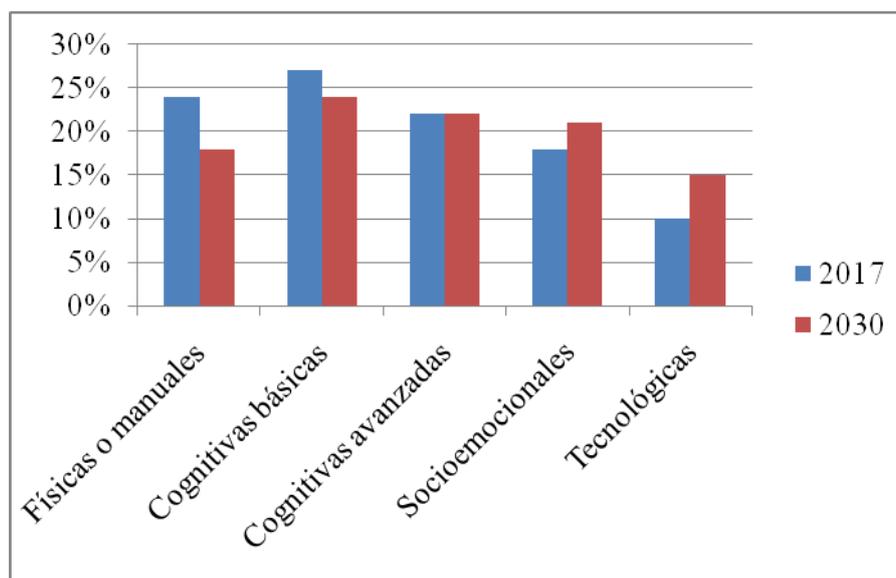
28 Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Holanda, Noruega, España, Suecia, Suiza, y el Reino Unido.

29 Los números no suman 100 debido a redondeos)

30 No suma 100 debido a redondeos.

Con respecto al cambio en las habilidades que se usarán en el sector en el año 2030, sus pronósticos son los siguientes: 18% (-6 pp) del tiempo demandará habilidades físicas o manuales, 24% cognitivas básicas (-3 pp), 22% (= pp) cognitivas avanzadas, 21% (+3 pp) socio-emocionales y 15% (+5 pp) tecnológicas<sup>31</sup> (Gráfico 17). Al igual que en el sector bancario, habrá un desplazamiento de las habilidades físicas y manuales y cognitivas básicas por las socio-emocionales y tecnológicas.

**Gráfico 17**  
**Habilidades demandadas en el sector comercio minorista**  
**(presente y futuro)**



Fuente: Bughin *et al.* (2018).

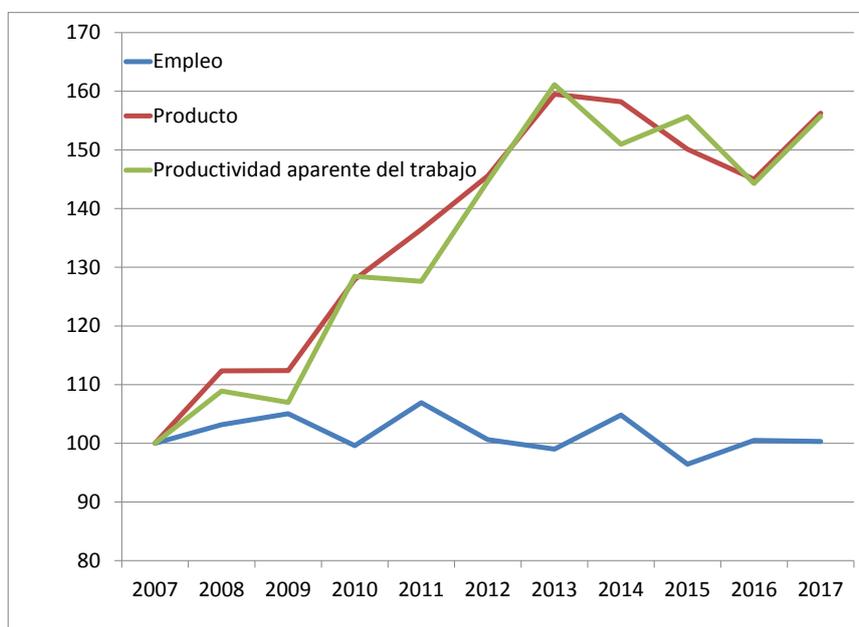
En resumen, este sector enfrentará una drástica reducción de la demanda de mano de obra asignada a tareas manuales, repetitivas, para las que son necesarias habilidades cognitivas básicas. La contracara es que necesitará profesionales especializados en el manejo de las nuevas tecnologías, así como en el análisis de datos y predicción de patrones de compra. Asimismo, se demandarán más recursos humanos con habilidades socio-emocionales, tales como capacidades para relaciones interpersonales y empatía.

#### ***4.3.2 Evolución reciente del sector comercio en Uruguay***

El producto del sector comercio ha crecido un 56% entre los años 2007-2017, manteniéndose relativamente estancado desde el año 2013. El empleo en igual período se ha esencialmente estable, de acuerdo a información proveniente de Encuestas de Hogares de Uruguay. Esto ha implicado una evolución de la productividad que ha sido muy similar a la evolución de la producción del sector.

<sup>31</sup> No suma 100 debido a redondeos.

**Gráfico 18**  
**Empleo, producto y productividad aparente del trabajo del sector comercio al por mayor y menor (índices)**



Fuente: BCU y elaboración propia en base a datos de Encuestas de Hogares del INE.

### ***4.3.3 Supermercados y el cambio tecnológico***

Para el caso de los supermercados se estudió la implementación de las cajas de autoservicio, y las balanzas incluidas en ellas, donde se pesan las futas y verduras. Para recabar información sobre este cambio tecnológico, se realizaron entrevistas con la Asociación de Supermercados del Uruguay (ASU). La información fue proporcionada sin una identificación de la empresa, pero reflejan a grosso modo lo que ocurre con los supermercados más grandes en Uruguay. Si bien la información es relativamente limitada, permite apreciar algunos cambios básicos que se están procesando en el sector. La información que se presenta a continuación abarca datos generales del sector y también sobre el cambio tecnológico en estudio y su impacto sobre la plantilla de trabajadores.

Los principales motivos para adoptar cajeros de autoservicio son la reducción de costos, el aumento de la productividad del factor trabajo y el logro de mejoras en la seguridad y la transparencia. Las inversiones realizadas para implementar este cambio tecnológico incluyeron, por un lado, adquisición de maquinaria y equipo (hardware y software) y, por otro, adquisición de licencias o patentes. En un futuro cercano, se pretenden implementar otras transformaciones basadas en tecnologías de automatización, por ejemplo, en el área de logística de los supermercados.

Las cajas de autoservicio surgen a partir de la ley de inclusión financiera del año 2014 que hizo aumentar la presencia de medios de pagos electrónicos de forma dramática en Uruguay. Se estima que en el año 2015 el 25% de la facturación era a través de pagos electrónicos en los supermercados de la ASU. En el año 2018, el 70% de la facturación es a través de medios de pagos electrónicos. Esto permitió introducir cajas de autoservicios. Hoy hay aproximadamente 160 de esas cajas en los supermercados de la ASU (representan alrededor de 20% del total de cajas), las cuales son usadas por el 25% de los clientes (en el año 2014 no existía ninguna caja de autoservicio en Uruguay). La etapa de cambio organizacional en la que este proyecto se enmarca es, por un lado, de automatización y por otro, de racionalización.

#### ***4.3.4 Impactos del cambio tecnológico en el empleo y la productividad***

El proyecto ha conseguido los objetivos buscados en materia de costos, productividad, transparencia y seguridad. Por ejemplo, su implementación permite que el promedio de número de cajas abiertas por local de supermercado sea mayor. A modo de ilustración, la instalación de 4 “*self check-out*” da la posibilidad de que 3 cajeras puedan abrir cajas comunes, aumentando el número de cajas promedio en operación. Se espera que estos logros se profundicen en los años venideros.

En el Cuadro 9 a continuación se puede observar la cantidad de empleados en la ocupación cajeros y su evolución a lo largo de los distintos años, para una cadena de supermercados. Hay datos para los años 2012, 2017 y estimaciones al año 2022. A su vez, el cuadro también muestra en una escala del 1 al 5 (donde 1 significa nada importante y 5 muy importante) la importancia de cada una de las distintas habilidades en la ocupación cajero.

De acuerdo a las entrevistas, a los cajeros se les demanda básicamente dos tipos de habilidades: cognitivas básicas y socioemocionales. Se estima que el énfasis en ambas se mantendrá inalterado en el futuro. Esto último es consistente con la evidencia presentada en la Sección 3, donde se indicaba que para el comercio minorista los cambios en la intensidad por tipo de tareas provenían más de cambios en las ocupaciones de los empleados, que de cambios dentro de las ocupaciones.

Por otra parte, la evolución en el número total de trabajadores en los últimos 5 años parece indicar que el efecto escala más que compensó al efecto sustitución, al menos en el caso de esta cadena de supermercados en particular.

**Cuadro 9****Número de empleados en la ocupación cajeros y habilidades demandadas**

	2012	2017	2022
<b>OCUPACIÓN: Cajeros</b>			
<b>Datos generales</b>			
Número de trabajadores	1450	1557	
Porcentaje de trabajadores de sexo masculino	11	16	
Edad promedio	33.5	29.8	
<b>Habilidades</b>			
Cognitivas básicas	5	5	5
Sociales y emocionales	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

**4.3.5 Políticas de formación y capacitación**

Cuando fueron consultados sobre problemas para reclutar la mano de obra con las características necesarias para implementar el cambio tecnológico, los entrevistados manifestaron que es posible encontrar personal con la formación profesional y habilidades requeridas en el mercado de trabajo. Por otra parte, se ha manifestado que los ajustes en la demanda de trabajo son fáciles de realizar dado el fenómeno de alta rotación de la mano de obra en el sector.

El supermercado ha brindado formación a sus trabajadores para que puedan servir como asistentes de los clientes en las cajas de autoservicio. En contraste, no se han contratado trabajadores que hayan participado de algún programa de formación profesional.

**4.4 Implicaciones en materia de políticas de capacitación y formación**

De los estudios de caso aquí presentados emerge claramente un gran desafío para la política pública de cara a la necesidad de asistir a aquellos trabajadores que se dedican a actividades manuales que están siendo sustituidas por la automatización. En este sentido, nuestro análisis confirma una tendencia que ya ha sido señalada por diversos estudios en el mundo y en Uruguay, la cual implica un pasaje del trabajo manual al cognitivo (Apella y Zunino, 2017). En este escenario, se deben generar las capacidades para que estos empleados se puedan “reinventar”, y adquirir las habilidades para desempeñarse en tareas que requieren un mayor uso de la tecnología, así como otras de carácter socioemocional.

En materia de políticas de formación y capacitación, se destaca la importancia de las asociaciones entre distintos actores para llevar a cabo las iniciativas respectivas. En este sentido, el Estado tiene la capacidad de generar ámbitos de articulación y cooperación entre distintos actores. La formación tripartita que lleva adelante UPM con el Estado, los trabajadores y otras empresas es un claro ejemplo. Aquí también se destaca la importancia de la formación dual: complementar el trabajo con estudio. Esto se puede generar a través de acuerdos entre las empresas y las instituciones educativas, de los cuales pueden emerger beneficios para las distintas partes involucradas. En efecto, las empresas capacitan mano de obra para luego poder satisfacer su demanda de trabajadores, las instituciones educativas ven complementado su trabajo sin necesidad de realizar una mayor inversión, y los estudiantes incrementan su probabilidad de conseguir un empleo. De alguna forma, se puede decir que estas iniciativas generan bienes club: bienes comunes que poseen exclusividad, pero no rivalidad.

Asimismo, se destaca la importancia de entablar un diálogo constante y fluido entre los que llevan adelante los programas de formación y aquellos que demandan la mano de obra. De esta forma, se mantienen los programas de formación actualizados con las demandas, permitiendo una mejor utilización de los recursos públicos destinados a capacitaciones. Esto se aplica tanto a institutos técnicos como a las universidades y el INEFOP.

Otro punto a señalar es la importancia de incentivar el desarrollo regional y local donde se desempeña la actividad. Para ello, es clave implementar políticas de formación y capacitación diferenciadas para las distintas regiones, considerando las demandas de habilidades particulares de las empresas allí radicadas. A su vez, esto permitirá el desarrollo de diversas zonas rurales que, en muchos casos, se encuentran rezagadas.

Por otro lado, el INEFOP se caracteriza por brindar entrenamiento y recapacitaciones a las personas desempleadas, apuntando en la mayoría de los casos a la reconversión laboral. A través de los estudios de caso, se ha podido observar cómo las empresas grandes que cuentan con los recursos económicos necesarios brindan capacitaciones de manera continua a sus empleados para poder adaptarse a las nuevas demandas que surgen del cambio tecnológico. Por tanto, resulta importante que el INEFOP actúe antes de que las personas caigan en el desempleo y brinde formación y re entrenamiento a los empleados de pequeñas y medianas empresas, las cuales no pueden proveer por sus propios medios las capacitaciones a sus empleados. De esta forma, se ayudaría a evitar el cierre de las empresas que no pueden adaptar su mano de obra a los cambios tecnológicos (y de hecho se contribuiría a aumentar la productividad de estas firmas).

Finalmente, a nivel mundial se observa una creciente importancia de las habilidades *soft*. Empresas que se encuentran en la frontera tecno-productiva como UPM ya están aplicando capacitaciones en estos aspectos. Sin embargo, este no es el común de las empresas uruguayas. Por lo tanto, también se debe incentivar, a través de instrumentos de política pública, la capacitación de los empleados en estas nuevas habilidades que serán demandadas con mayor intensidad en el mercado laboral.

## 5) Conclusiones y recomendaciones de política

En este trabajo hemos abordado la cuestión de los impactos de la automatización sobre el empleo a través de tres instrumentos: i) la revisión de la literatura empírica reciente; ii) el análisis de los cambios en la estructura ocupacional uruguaya en las últimas dos décadas; iii) tres estudios de caso sobre sectores relevantes para la economía del Uruguay (financiero, forestal y comercio minorista). Las lecciones de estos estudios, si bien no son necesariamente extrapolables a otros sectores o a similares ramas en otros países, brindan rica información a nivel microeconómico sobre los cambios, observados y esperados, en la estructura de tareas y ocupaciones a partir de la introducción de procesos de automatización.

Los tres abordajes mencionados, con sus alcances y limitaciones respectivas (en particular, debido a que el análisis sectorial dificulta captar la presencia de efectos escala que se producen a lo largo de la cadena), conducen a conclusiones similares: la evidencia disponible hasta el momento no permite concluir nada firme respecto de la preeminencia de los efectos escala o sustitución. Como mínimo, podemos decir, sin embargo, que ni de la revisión internacional, ni del estudio del caso uruguayo, emergen elementos claros que hagan presumir que el segundo supera necesariamente al primero. Claro está, el futuro no tiene por qué parecerse al pasado, y esta conclusión puede modificarse con el transcurso del tiempo y el progreso de la automatización. Sin embargo, de nuevo, hasta el momento, los temores respecto de los impactos de la automatización sobre el nivel de empleo parecen no hallar respaldo empírico, aunque naturalmente pueden existir efectos diversos según el sector del que se trate y el tipo de tareas que se desarrollen dentro del mismo.

A la vez, también los tres abordajes llegan a conclusiones similares respecto de los impactos de la automatización sobre la composición del empleo, y en este caso sí existen motivos para la preocupación. Parece muy claro que ha venido ocurriendo un desplazamiento en el tipo de habilidades y calificaciones requeridas a medida que se despliegan los procesos de cambio tecnológico en curso. No solo hay un pasaje de las habilidades físicas y manuales a las cognitivas, acompañado de un creciente requerimiento de credenciales educativas superiores, sino también, al menos en ciertos casos, una mayor demanda de habilidades socio-emocionales. Las expectativas, en tanto, coinciden en señalar que estas tendencias continuarán desenvolviéndose a futuro.

El desafío, entonces, pasa por la generación de iniciativas de capacitación y formación que ayuden a trabajadores y empresas a adaptarse a los cambios tecnológicos actuales y los que continuarán emergiendo a futuro. Como se señaló en la sección cuarta de este trabajo, aquí resulta crucial la interacción entre los diversos actores involucrados: sector privado, sindicatos, instituciones educativas y de formación y Estado. El diálogo y la cooperación entre estos actores es importante tanto para monitorear las tendencias de la demanda y oferta de capacidades, como para ayudar a generar las competencias y habilidades (tanto “duras” como “blandas”) requeridas en los trabajadores actualmente empleados. Estas actividades son importantes a fin de evitar que estos últimos entren en el desempleo (la evidencia internacional sugiere que el reentrenamiento de los trabajadores desocupados enfrenta serias limitaciones). Más aún, como también mencionamos en el texto, dichas actividades ayudarían a que las empresas, en particular a las PyMEs, que carecen de la información y los recursos para llevar adelante per se las actividades de capacitación, puedan sobrevivir y competir en un escenario caracterizado por una alta tasa de cambio en las condiciones de competencia en el mercado.

Tres puntos adicionales con relación a este tema: i) nuevamente repitiendo algo señalado en la sección previa, es central la dimensión territorial de las políticas de formación, atendiendo a las especificidades de las estructuras productivas y los mercados de trabajo de las distintas regiones; ii) además de la creación y/o consolidación de instancias de cooperación y diálogo entre actores, seguramente se requieren transformaciones institucionales de significación tanto en los institutos de formación como en el sector privado (en particular cámaras empresarias) y sindical para adaptar sus modalidades de trabajo a las nuevas demandas que emergen de los procesos de automatización; iii) aunque no se ha tratado el tema aquí, las políticas de capacitación involucran también al sector educativo formal, en sus diversos niveles, tarea que supone un peculiar desafío y que ameritaría nuevos estudios.

Fuera del campo de las políticas laborales, cabe preguntarse por la existencia de un espacio para que las políticas de desarrollo productivo ayuden a amortiguar los potenciales impactos negativos y a aprovechar las oportunidades abiertas por la tendencia a la automatización de tareas. En este punto, entendemos que los dos posibles campos de acción son los siguientes: i) ayudar a acelerar el proceso de adopción de las tecnologías asociadas a los fenómenos de Industria 4.0 y Economía Digital en las empresas, a modo de mejorar sus probabilidades y competir exitosamente en el nuevo escenario global; ii) promover un escalamiento de las actividades productivas desarrolladas localmente, a fin de escapar de aquellas en donde los costos laborales tienen un mayor peso y avanzar hacia eslabones más conocimiento intensivos dentro de las cadenas de valor, lo cual probablemente ayude a reducir la cantidad de empleos amenazados por las nuevas tecnologías. En ambos

casos, sin embargo, aparece de nuevo la necesidad de acompañar estas acciones con políticas de formación de la fuerza de trabajo.

Finalmente, cabe destacar que estamos conscientes de que este trabajo es apenas un aporte más en una agenda de investigación amplia, que requiere continuar dedicando esfuerzos al análisis de las cuestiones bajo estudio. Nuevos análisis tanto cuanti como cualitativos, explorando nuevas fuentes de información y aprovechando el paso del tiempo (que a su vez va generando evidencia relevante) ayudarán a entender mejor los impactos de la automatización y a diseñar iniciativas de políticas mejor adaptadas para enfrentar las oportunidades y desafíos que emergen de dicho proceso.

## Bibliografía

Aaronson D. y B. Phelan. 2018. "The potential to automate low-wage jobs in the US and its impact on workers". LSE Business Review.

Aboal D., P. Garda, B. Lanzilotta y M. Perera. 2015b. "Does innovation destroy employment in the services sector? Evidence from a developing country". *Emerging Markets Finance and Trade, Taylor & Francis Journals*, Volume 51(3), May 2015, pp. 558-577.

Aboal D., F. Rovira y F.Veneri. 2018. "Knowledge networks for innovation in the forestry sector: Multinational companies in Uruguay", *Forest Policy and Economics*, Volume 97, December, pp. 9-20.

Accenture. 2016. "Intelligent Automation: The essential new co-worker for the digital age". Accenture, United Kingdom. Londres.

Acemoglu, D. y D. Autor. 2011. "Skills, task and technologies: Implications for Employment and Earnings", In *Handbook of Labor Economics*, Elsevier, pp. 1043-1071.

Acemoglu D. y P. Restrepo. 2017. "Robots and jobs: Evidence from the US labor markets". NBER Working Paper No. 23285, NBER program: Economic fluctuations and growth, Labor studies. Boston University, Estados Unidos.

Acemoglu D. y P. Restrepo. 2018. "Artificial intelligence, automation and work". Working Paper No. 24196, NBER program: Economic fluctuations and growth, labor studies, Cambridge MA.

Álvarez R., A. Zahler, C. Bravo y S. Ortega. 2015. "Innovation and productivity in services: Evidence from Chile". *Emerging Markets Finance and Trade*, Volume 51 (3), pp. 593-611. Facultad de Economía y Negocios de Chile, Chile.

Apella, I. y G. Zunino. 2017. "Cambio tecnológico y el mercado de trabajo en Argentina y Uruguay". Un análisis desde el enfoque de tareas", Serie de informes técnicos del Banco Mundial en Argentina, Paraguay y Uruguay N<sup>o</sup> 11, Montevideo.

Arntz, M., T. Gregory y U. Zierahn. 2016. "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", OECD Social, Employment and

Migration Working Papers, No. 189, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos Publishing, Paris.

Autor D., D. Dorn y G. Hanson. 2015. "Untangling trade and technology: evidence from local labor markets". *The Economic Journal*. Working Paper 18938, MIT, Estados Unidos.

Autor D., F. Levy y R. Murnane. 2003. "The skill content of recent technological change: an empirical exploration". *The Quarterly Journal of Economics*. NBER Working Paper No. 8337. NBER Program(s): Labor Studies, Productivity, Innovation, and Entrepreneurship. Oxford, Estados Unidos.

Autor, D. y A. Salomons. 2017. "Robocalypse Now: Does Productivity Growth Threaten Employment?", *European Central Bank Conference Proceedings*, June, pp. 45-118. Sintra, Portugal.

Autor D. y A. Salomons. 2018. "Is automation labor-displacing? Productivity growth, employment and the labor share". Working Paper 2487, National bureau of economic research, Massachusetts, Cambridge, Estados Unidos.

Balliester, T. y A. Elsheiki. 2018. "The Future of Work: a literature review", Working Paper 29, International Labour Office Research Department. International Labour Office, Ginebra.

Benavente J. y R. Lauterbach. 2008. "Technological innovation and employment: complements or substitutes?". *The European Journal of Development Research*, Volume 20 (2), pp. 318-329. American Economic Association, United Kingdom.

Berg, A., E. Buffie y L.P. Zanna. 2018. "Robots, Growth, and Inequality: Should We Fear the Robot Revolution? (The Correct Answer is Yes)." Working Paper 18/116, Institute for Capacity Development, IMF.

Bogliacino. F y M. Pianta. 2010. "Innovation and employment: a reinvestigation using revised Pavitt classes". *Research Policy*, 2010, Volume 39 (6), pp. 799-809.

Bogliacino F. y M. Vivarelli. 2012 "The job creation effect of R&D expenditures". *Australian Economic Papers*, Volume. 51 (2), pp. 96-113. Blackwell.

Brambilla I. y D. Tortarolo. 2018. "Investment in ICT, productivity and labor demand: The case of Argentina". *World Bank Policy Research*, Working Paper 8325, Washington DC.

BROU. Sin fecha. "Proceso de Cambio Visión 2020" . BROU, Uruguay.

- Bughin J., E. Hazan, S. Lund, P. Dahlstrom, A. Wiesinger y A. Subramaniam. 2018. "Skill Shift, Automation and the Future of the Workforce". Discussion Paper, May 2018, McKinsey Global Institute.
- Calvino F. y M. Virgillito. 2018. "The innovation-employment Nexus: a critical survey of theory and empirics". *Journal of Economic Surveys* Volume 32 (1), pp. 83-117.
- Caroli E. y J. Van Reenen. 2001. "Skill-biased organizational change? Evidence from a panel of British and French establishments". *The Quarterly Journal of Economics*, Volume 116 (4), pp. 1449-1492. Oxford, Estados Unidos.
- Coad A. y R. Rao. 2011. "The firm-level employment effects of innovations in high-tech US manufacturing industries". *Journal of Evolutionary Economics*, Volume 21 (2), pp. 255-283. Springer, Germany.
- Crespi G. y E. Tacsir. 2012. "Effects of innovation on employment in Latin America". Working Papers 001, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT). Merit, Países Bajos.
- Dachs B. y B. Peters. 2013. "Innovation, employment growth and foreign ownership of firms". *ZEW - Center for European Economic Research. Research Policy*, Volume 43 (1), pp. 214-232. Discussion Paper 13-019. Elsevier, Países Bajos.
- De Elejalde R., D. Giuliadori y R. Stucchi. 2015. "Employment and Innovation: Firm-Level Evidence from Argentina". *Emerging Markets Finance and Trade*, Volume 51 (1), pp. 27-47.
- Deloitte. 2018. "Global Powers of Retailing 2018. Transformative Change, Reinvigorated Commerce". Deloitte.
- Dutz M., R. Almeida y T. Packard. 2018. "The jobs of tomorrow technology, productivity and prosperity in Latin America and the Caribbean". World Bank Group, Washington DC, Estados Unidos.
- Evangelista R. y M. Savona. 2003. "Innovation, employment and skills in services. Firm and sectoral evidence". *Structural Change and Economic Dynamics*, Volume 14 (4), pp. 449-474. Elsevier, Países Bajos.
- Evangelista R. y A. Vezzani. 2012. "The impact of technological and organizational innovations on employment in European firms". *Industrial and Corporate Change*, Volume 21 (4), pp. 871-899. Oxford, Reino Unido.
- Ernest and Young. 2016. "The digital bank: tech innovations driving change at US Banks". Ernest and Young, Reino Unido.

- Frey C. y M. Osborne. 2013. "The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?". *Technological Forecasting and Social Change*, Elsevier, Volume 114(C), pp. 254-280. Elsevier, Estados Unidos.
- Graetz G. y G. Michaels. 2015. "Robots at work". *Centre for Economic Performance*, Discussion Paper 1335. Centre for Economic Performance Reino Unido.
- Greenan N. y D. Guellec. 2000. "Technological innovation and employment reallocation". *Labour*, Volume 14 (4), 547-590.
- Gregory, T, A. Salomons y U. Zierahn. 2016. "Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe". ZEW - Centre for European Economic Research Discussion Paper No. 16-053.
- Harrison, R., J. Jaumandreu, J. Mairesse y B. Peters. 2014. "Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries". *Industrial Journal of Industrial Organization*, Volume 35, July, pp. 29-43. Elsevier, Países Bajos.
- Hayward B. y I. Pollari. 2015. "The Perfect Storm of Technology and Capital Markets: The Modern History of FinTech." KPMG, Países Bajos.
- Herstad S. y T. Sandven. 2015. "Innovation and corporate employment growth revisited". *Center for Innovation, Research and Competences in the Learning Economy* (CIRCLE), Papers in Innovation Studies 2015/3, Nordic Institute for Studies in Innovation, Research and Education, Oslo, Norway.
- Kane G., D. Palmer, A. Phillips, D. Kiron, y N. Buckley. 2017. "Achieving Digital Maturity: Adapting Your Company to a Changing World". MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press.
- KPMG. 2018. "Global retail trends 2018". KPMG, Países Bajos.
- Lachenmaier S. y H. Rottmann. 2011. "Effects of innovation on employment: A dynamic panel analysis". *International Journal of Industrial Organization*, Volume 29 (2), pp. 210-220. Elsevier, Países Bajos.
- Leitner S., J. Pöschl y R. Stehrer. 2011. "Change begets change: Employment effects of technological and non-technological innovations - a comparison across countries". Working Paper 72. Institute for International Economic Studies, Vienna.
- Mann K. y L. Püttmann. 2017. "Benign effects of automation: New evidence from patent texts". University of Bonn, Germany.

Manyika J., M Chui, M. Miremadi, J. Bughin, K. George, P. Wilmott y M. Dewhurst. 2017. "A Future That Works: Automation, Employment and Productivity". McKinsey Global Institute, Australia.

Mastrostefano V. y M. Pianta. 2009. "Technology and jobs". *Economics of Innovation and New Technology*, Volume 18 (8), pp. 729-741. Taylor and Francis, Reino Unido.

McIntosh, Steve. 2013. "Hollowing out and the Future of the Labour Market". BIS Research Paper Number 134. Department for Business, Innovation and Skills, London.

McKinsey Global Institute. 2017. "Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation". McKinsey, Australia.

Michaels, G., A. Natraj, and J. van Reenen. 2014. "Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence from Eleven Countries over Twenty-Five Years". *Review of Economics and Statistics*, Volume 96 (1), pp. 60-77. MIT press journals, Estados Unidos.

Oficina de Planeamiento y Presupuesto . 2016. "Automatización y empleo en Uruguay: Una mirada en perspectiva y en prospectiva". Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Presidencia de la República Oriental del Uruguay, Uruguay.

Pereira M. y E. Tacsir. 2016. "Generación de empleo e innovación en Argentina. Un abordaje microeconómico para el período 2010-2012". Working Paper 755, BID. Washington DC.

Peters B. 2004. "Employment effects of different innovation activities: Microeconomic evidence". Discussion Paper 04-073, ZEW - Centre for European Economic Research. Elsevier, Países Bajos.

Peters, B., Dachs, B., unuser, M., Hud, M., Kohler, C. y Rammer, C. 2014. "Firm Growth, Innovation and the Business Cycle". Number No. 110577. Mannheim: ZEW - Center for European Economic Research.

Stam E. y K. Wennberg. 2009. "The role of R&D in new firm growth". *Small Business Economics*, Volume 33(1), pp. 77-89. Springer, Alemania.

Triguero A., Moreno-Mondéjar L y M. Davia. 2013. "Drivers of different types of Eco-innovation in European SMEs". *Ecological Economics*, Volume 92(C), pp. 25-33. Eco-innovation: Insights from a literature review. Elsevier, Países Bajos.

UPM Forestal Oriental. 2018. "Informe Público". UPM, Uruguay.

Van Roy R. y B. Zaman. 2015. "Moving beyond the effectiveness of gamification". CUO Social Species. Leuven, Belgium.

Vermeulen B., J. Kesselhut, A. Pyka y P. Saviotti. 2018. “The Impact of Automation on Employment: Just the Usual Structural Change?”. *Sustainability*, Volume 10 (5), pp. 1-27. MDPI, Suiza.

Visser R. 2018. “Next Generation Timber Harvesting Systems: Opportunities for remote controlled and autonomous machinery”. Project No. PRC437-1718, Forest & Wood Products Australia.

Wilson J., P Daugherty y N. Morini. 2017. “The Jobs That Artificial Intelligence Will Create” *MIT Sloan Management Review*, Volume 58 (4). MIT Press, Estados Unidos.

Zimmermann V. 2009. “The impact of innovation on employment in small and medium enterprises with different growth rates”. Discussion Paper 08-134, ZEW - Centre for European Economic Research. Elsevier, Países Bajos.

Ricardo, D. 1821. “On the Principles of Political Economy and Taxation”, John Murray, Londres.

Poder legislativo de la República Oriental del Uruguay. (2014, 9 de mayo). Ley 19.210 de 2014. Recuperado de: [shorturl.at/qtuT0](http://shorturl.at/qtuT0)

Aboal D., P. Garda, B. Lanzilotta y M. Perera. 2015a. “Innovation, firm size, technology intensity and employment generation: Evidence from the Uruguayan manufacturing sector”. *Emerging Markets Finance and Trade, Taylor & Francis Journals*, Volume 51(1), January, Pages 3-26.

Autor D. 2015. “Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation”. *Journal of Economic Perspectives*, Volume 29 (3). American Economic Association, Estados Unidos.

Marcolin, L., Miroudot, S. and Squicciarini, M. 2016. “Routine jobs, employment and technological innovation in global value chains”. OECD Science, Technology and Industry, Working Papers 2016/01, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos Publishing. Paris.

Bessen J. 2016. “How computer automation affects occupations: technology, jobs and skills”. Working Paper No. 15-49, Boston University School of Law - Law & Economics.

Bessen J. 2017. “Automation and jobs: When technology boosts employment”. Working Paper 17-09, Law School, Boston University, Estados Unidos.