

Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo, Uruguay 2050

Serie de divulgación - Volumen II
Dirección de Planificación
Oficina de Planeamiento y Presupuesto

Automatización y empleo en Uruguay

*Una mirada en perspectiva
y en prospectiva*



Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo, Uruguay 2050

*Serie de divulgación - Volumen II
Dirección de Planificación
Oficina de Planeamiento y Presupuesto*

Automatización y empleo en Uruguay

*Una mirada en perspectiva
y en prospectiva*



Dirección de Planificación

Torre Ejecutiva Norte
Plaza Independencia 710, 6to piso
Montevideo, Uruguay
Teléfono: (+598-2) 150 int. 3560
Mail: planificacion@opp.gub.uy
Sitio web: www.opp.gub.uy

La selección de los capítulos y la elaboración de los contenidos de la presente publicación es producto del trabajo colectivo del equipo de la Dirección de Planificación de OPP.

Coordinación general:

Fernando Isabella
Lucía Pittaluga

Redactores responsables:

Fernando Isabella
Lucía Pittaluga
Gastón Mullin

Desarrollo metodológico:

Gastón Mullin

Se autorizan las reproducciones y traducciones siempre que se cite la fuente.

Edición y corrección: Sylvia Pardo
Maqueta y diseño: Gustavo Daneri
Impresión: Imprenta Rojo
Depósito legal:

Presidencia de la República Oriental del Uruguay

Tabaré Vázquez
Presidente

Oficina de Planeamiento y Presupuesto

Álvaro García
Director

Santiago Soto
Subdirector

Dirección de Planificación

Fernando Isabella
Director

Lucía Pittaluga
Subdirectora

Tabla de contenidos

Prólogo	7
Introducción	9
La automatización en perspectiva	11
Una mirada histórica	13
Efectos recientes de la automatización en Uruguay	17
Enfoque de tarea.....	17
Evolución de las ocupaciones en Uruguay.....	22
Una mirada prospectiva al futuro del trabajo en Uruguay	25
Enfoque de riesgo de automatización	25
Evolución reciente del riesgo de automatización en Uruguay.....	29
El debate actual sobre la destrucción de empleo por la automatización	31
Algunas conclusiones	33
Anexo I	37
Bibliografía	39

Prólogo

Desde siempre el ser humano ha buscado la manera de resolver sus necesidades de manera más efectiva, más rápida, o con menor esfuerzo. Es decir, ha buscado incrementar la productividad de su trabajo. Y para eso ha desarrollado herramientas que multiplicaron sus fuerzas, simplificaron sus tareas y le permitieron, progresivamente, satisfacer sus necesidades más básicas y dedicar sus energías a nuevos temas. Este proceso se ha acelerado desde comienzos de la industrialización, a fines del S.XVIII, a medida que la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías se fueron profesionalizando.

La contracara de esa tendencia de largo plazo está dada por las enormes mejoras en la calidad de vida de la humanidad ocurridas desde entonces. Una esperanza de vida más larga, una mortalidad infantil infinitamente más baja, una expansión de la educación y el acceso a servicios de salud inédita.

Pero esto no se dio sólo por el avance de la tecnología. A la vez, existieron reacciones sociales que generaron mecanismos para impulsar, conducir y dar forma a esos procesos, que permitieron que sus ventajas llegaran a más gente. Regularon sus alcances, prohibieron algunas consecuencias negativas y permitieron sacar el máximo provecho de sus potencialidades. Sin embargo, esos procesos no estuvieron exentos de conflictos. El conflicto es propio de las sociedades humanas y son más explícitos cuanto más democráticas sean éstas.

Recientemente, estos procesos de larga data, bajo el nombre de “automatización” han vuelto al centro de la atención pública por sus eventuales consecuencias. La discusión se ha centrado en la propia potencialidad de las tecnologías. Su enorme capacidad de multiplicar el esfuerzo humano, haciendo necesario, por lo tanto, menos cantidad de trabajo para producir una cantidad dada de cualquier bien o servicio. La discusión se ha enfocado entonces en sus consecuencias, en la cantidad de empleos necesarios en el

futuro y su posible impacto en una masiva destrucción de los mismos que dispare los niveles de desempleo estructural. Y es que las nuevas tecnologías ya no sólo permiten que las máquinas realicen los trabajos basados en esfuerzo físico y tareas repetitivas, sino que, progresivamente, pueden realizar tareas antes sólo reservadas a las personas; aprender, crear, resolver problemas imprevistos.

Sin embargo, la actitud que promovemos, a partir de esta mirada larga, es la de que juntos como sociedad busquemos anticipar las características concretas de estos procesos, para que, una vez más, las reacciones conscientes de la sociedad, en la forma de políticas públicas moldeen su desarrollo y aplicación, extrayendo de ellas sus potencialidades y limitando sus riesgos.

Desde el gobierno somos conscientes en la importancia de la apuesta a la planificación a largo plazo, en invitar a que todos tengamos una mirada larga sobre los temas que hacen al futuro del país. Buscamos recuperar la capacidad de pensar más allá de la coyuntura anticipando riesgos y oportunidades para la toma de decisiones del hoy. El informe que presentamos a continuación no se trata de un mero ejercicio teórico, sino de un insumo fundamental para la elaboración de políticas públicas eficaces, para que éstas no sólo den cuenta de la situación presente y su evolución pasada, sino que también recojan y respondan a la información existente en el presente sobre los futuros posibles.

Esta publicación va en ese sentido. Los y las invito a reflexionar juntos a partir de su lectura, evitando la tentación de refugiarnos en las certezas del pasado, abrazando la posibilidad de construir juntos un mejor futuro.

Álvaro García

Introducción

El presente documento sobre la automatización y el empleo en Uruguay, segundo de la serie de divulgación “Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo, Uruguay 2050”, se enmarca dentro de las actividades que se impulsan desde la Dirección de Planificación de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) enfocada en la elaboración de insumos que generen conocimiento e información sobre los posibles riesgos y oportunidades que puede enfrentar Uruguay en el futuro. De esta manera, este informe forma parte del proceso de construcción de dicha estrategia.¹

En la Dirección de Planificación se desarrollan líneas de trabajo prospectivo en cinco áreas: Cambio Demográfico y sus consecuencias económicas y sociales; Transformación Productiva; Desarrollo Cultural; Sistemas de Género y Desarrollo Territorial. Este informe en particular, se enmarca en la intersección entre la primera y la segunda líneas señaladas, y se incorporará a un trabajo más amplio de elaboración de escenarios laborales alternativos y posibles para el año 2050 en Uruguay. A lo largo de todo el proceso de elaboración de este informe, la Dirección de Planificación se benefició de los intercambios realizados con técnicos del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), del Banco Mundial y de la Secretaría del Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad (SNTPC) que han enriquecido el producto.²

El tema de la automatización y el empleo está siendo intensamente debatido a nivel público, tanto en Uruguay como en el mundo. Mientras que en años recientes la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) en la economía era celebrada por su potencial productivo y su capacidad de volcar un número creciente de innovaciones a los consumidores, últimamente, el foco ha pasado, al menos parcialmente, a los posibles efectos disruptivos sobre el mercado laboral

en general y la distribución de los beneficios y costos que trae aparejada. En ocasiones predominan las visiones negativas del “fin del empleo” y de la ocupación de robots en los puestos de trabajo. Sin embargo, el fenómeno de la automatización está lleno de matices en cuanto a sus efectos sobre el empleo.

Por ello, para esta Dirección es importante abordar esta problemática de la forma más rigurosa posible, y desde la responsabilidad que implica hacerlo desde el Estado. Este documento en particular busca aportar elementos a un debate y reflexión social ya plenamente instalados en nuestra sociedad y, a su vez generar insumos para el diseño e implementación de políticas públicas en la temática.

Los resultados encontrados tras el análisis de los datos para Uruguay resultan de sumo interés, tanto para los hacedores de política, como para la ciudadanía en general. De hecho, se constata que el país no está aislado del efecto de la automatización sobre el mercado laboral. Se observa claramente desde los últimos años que en el empleo de los uruguayos ha crecido la intensidad de tareas cognitivas, que son más difíciles de automatizar, en detrimento de las tareas manuales. El nivel educativo y el sector en que se desempeñan los trabajadores se encuentran fuertemente relacionados con esta dimensión, que a su vez explica diferencias entre empleados y desempleados. Es decir que la automatización y su competencia con el trabajo de los hombres y las mujeres no son cuestiones solo del futuro, sino que ya están instaladas en Uruguay.

El documento se organiza de la siguiente manera: en primer lugar, se exponen las sucesivas revoluciones tecnológicas que fueron pautando el cambio tecnológico de la historia del capitalismo; luego se plantea el tema del cambio tecnológico desde el debate actual sobre la automatización; en tercer lugar, se

1 Para más información sobre las actividades de la Dirección de Planificación véase: <http://www.opp.gub.uy/hacemos/planificacion>.

2 La Dirección de Planificación agradece a estas tres instituciones por los intercambios realizados y se deslinda a estas instituciones de cualquier responsabilidad sobre errores u omisiones en el presente informe. Este informe también se ha visto beneficiado con los comentarios y aportes de Luis Bértola y Juan Manuel Rodríguez a quienes se agradece especialmente y también se exonera de cualquier responsabilidad en eventuales errores u omisiones.

analiza la evolución reciente de la automatización en Uruguay, utilizando dos metodologías complementarias para captar las tareas humanas y las ocupaciones que se fueron destruyendo y creando en los procesos productivos a lo largo de las últimas décadas. A continuación se aplica una tercera metodología para prospectar el efecto de la automatización en el empleo del futuro en Uruguay. Finalmente se resumen las principales conclusiones y se establecen algunas líneas de reflexión sobre el tema.

La automatización en perspectiva

Existe actualmente una percepción generalizada sobre cómo los nuevos desarrollos de la economía digital están transformando el mundo del trabajo, con consecuencias importantes sobre la cantidad de puestos de trabajo disponibles. Este fenómeno no es nuevo. Periódicamente el progreso técnico ha sido percibido como una amenaza para el empleo. A principios del siglo XIX el desarrollo de máquinas de tejer fue considerado un peligro para el empleo por los trabajadores textiles³. Hoy en día, le toca a la avanzada digital.

En efecto, desde la primera revolución industrial hasta el día de hoy, se ha alertado en numerosas ocasiones sobre los importantes efectos que la incorporación masiva de maquinaria y equipo que sustituye tareas humanas en el proceso productivo puede tener sobre la demanda de mano de obra y sobre la composición en tareas de los empleos. Sin embargo, mirando el fenómeno desde una perspectiva histórica, puede observarse que, si bien hubo destrucción de empleo, también hubo creación del mismo. Esta perspectiva se aborda en la sección siguiente.

Conviene aclarar que mecanización y automatización son fenómenos diferentes, aunque ambos son procesos de sustitución de tareas productivas realizadas por humanos por tareas realizadas por máquinas. La mecanización sustituye el uso de músculos humanos, mientras que la automatización sustituye, principalmente el uso del juicio humano. La mecanización desplaza el trabajo físico, mientras que la automatización también desplaza el trabajo cognitivo.

La mecanización nace de la observación del movimiento y del deseo de reproducirlo y de aplicarlo a la fabricación de bienes. Tiene su motor en una visión racionalista del mundo, y su auge en la época moderna en Europa donde se origina el uso creciente de maquinaria y de nuevas fuentes de energía en la producción. La mecanización implicó la sustitución como fuente energética de la fuerza del hombre y del animal y comenzó a ser sinónimo de máquinas

motorizadas. Primero a través de la energía del vapor, luego por el motor a combustión y, principalmente por la electricidad. Por su amplia aplicación a los diferentes procesos productivos que componen la producción de una economía es que la electricidad es considerada una tecnología de propósito general.

Por su parte, la automatización alude a hacer que determinadas acciones se vuelvan automáticas, es decir, que se desarrollen por sí solas y sin la participación directa de un individuo. La automatización se logró primero a través de la electromecánica y luego a través de la electrónica. Actualmente, con la introducción de nuevos avances de las TIC, también consideradas tecnologías de propósito general, la automatización ha tomado un nuevo empuje, abarcando no solo los movimientos sino también los conocimientos.

En efecto, la Inteligencia Artificial (IA), disciplina científica en materia de tratamiento del conocimiento y el razonamiento, permite que una máquina realice funciones normalmente asociadas con la inteligencia humana: la comprensión, el razonamiento, el diálogo, la adaptación, el aprendizaje, etc. El aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas (del inglés, "Machine Learning") es un subcampo de las ciencias de la computación y una rama de la IA cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender. Los robots, que hasta el momento eran sistemas puramente electromecánicos conducidos por un programa informático, incluyen crecientemente la IA.

Son estos últimos desarrollos de las TIC y su introducción en la economía los que han generado los actuales debates, tan acalorados como diversos. En este documento se pone el foco en ellos con una aplicación a la economía de Uruguay, utilizando la evidencia empírica que existe y señalando las limitaciones encontradas para saldar la discusión. Pero antes de entrar en el planteamiento de esos cálculos, conviene hacer un breve repaso histórico sobre la problemática de la sustitución del trabajo humano por máquinas.

3 Este movimiento contestatario se llamó "ludismo", el que se ha renovado hoy con la oposición al progreso técnico llamado "neo-ludismo".

Una mirada histórica

La revolución tecnológica como principio organizador

El uso del concepto de revolución tecnológica como principio organizador de los diferentes ciclos económicos es útil para comprender mejor cómo ha sido la relación entre innovación tecnológica y empleo a lo largo de la historia del capitalismo. Una revolución tecnológica, entendida como un conjunto interrelacionado de saltos tecnológicos radicales que conforman una gran constelación de innovaciones tecnológicas interdependientes, se caracteriza por su capacidad para transformar profundamente la matriz productiva en su conjunto. Las revoluciones tecnológicas tienen un ciclo de vida temporal: irrumpen a través de los saltos tecnológicos, se desarrollan y expanden por medio de innovaciones incrementales y, finalmente alcanzan su madurez y difusión a lo largo y ancho de la economía y la sociedad.

Esa difusión tecnológica se realiza a través de una profunda interacción con las estructuras sociales y económicas. Porque la tecnología per se no determina a los procesos sociales, económicos y a las instituciones. La tecnología es un factor mediador en una matriz compleja de interacción entre estructuras, actores sociales y sus herramientas socialmente construidas, incluyendo la tecnología. Dicha matriz puede tener un papel clave tanto para impulsar la rápida adopción de las nuevas tecnologías y para promover las transformaciones sociales aprovechando al máximo su potencialidad productiva, como para retrasarla, buscando evitar sus efectos perturbadores sobre un estado de situación determinado.

A su vez, debe considerarse que la participación de las economías periféricas en las revoluciones tecnológicas ha sido siempre marginal. Esto se explica porque estas revoluciones se plasmaron en la es-

tructura productiva de los países de la periferia a través de dos fenómenos característicos: la heterogeneidad estructural y la exogeneidad del modelo de innovación tecnológica. De esta forma el impacto de las revoluciones tecnológicas en las economías y sociedades también depende del lugar que cada país juega en la economía global.

Freeman y Louça (2001) utilizan el concepto de revolución tecnológica para documentar de forma rigurosa y exhaustiva la existencia a lo largo de la historia económica de ondas largas al estilo de Kondratiev⁴ pautadas por sucesivas revoluciones tecnológicas. Constatan que cada una de estas ondas largas contiene un periodo de crisis de ajuste estructural, generando profundos cambios en la estructura productiva como también en la ocupación del trabajo, en los perfiles de las habilidades y capacidades de los trabajadores y en los sistemas de gestión imperantes.

A lo largo de la historia el desempleo estructural fue una característica sobresaliente de cada crisis de ajuste estructural, en paralelo con cambios mayores en las condiciones del empleo. En efecto, en cada periodo de fuerte transformación productiva se produjo un desajuste generalizado entre los perfiles de habilidades y capacidades requeridas y las ofrecidas por la fuerza de trabajo. En general fueron los empleadores y sus organizaciones los que estuvieron en la posición más fuerte para moldear las nuevas trayectorias de la tecnología y los regímenes regulatorios relevantes. Los sindicatos y otras organizaciones de la clase trabajadora tuvieron un papel de respuesta a los cambios tecnológicos y organizacionales, más que de iniciadores o controladores de su conformación.

Esto último no quiere decir que los movimientos sociales no tuvieran un papel muy activo durante las

4 En honor al economista ruso Nikolai Kondratiev (1892-1938) quien detectó que en la historia económica se producían ciclos largos de la actividad económica de entre 47 y 60 años, descritos como fluctuaciones cíclicas de largo plazo con forma sinusoidal de la economía mundial capitalista. Durante el ciclo se alternan un período de alto crecimiento, en el cual las coyunturas de prosperidad son más marcadas y duraderas, y un período de crecimiento relativamente lento, en el cual las crisis son más fuertes y las depresiones más prolongadas.

revoluciones tecnológicas. Siguiendo al historiador Hobsbawm (1964)⁵ se constata que los conflictos sociales se concentraron al final de las ondas largas de Kondratiev. Durante la fase de expansión, los sindicatos tendieron a construir fuertes organizaciones sobre la base del pleno empleo con importantes oportunidades para disputar y obtener ganancias sociales. En el pico de este proceso, los trabajadores tuvieron el poder de presión para retener parte de los beneficios no distribuidos del aumento de la productividad. No obstante, luego de ese punto de inflexión de la onda larga, los aumentos de productividad disminuyen y con ello la sintonía entre empresarios y trabajadores sobre cómo distribuirlos. De esta forma se observa a lo largo de las revoluciones tecnológicas que las huelgas masivas de trabajadores se concentraron en los años cercanos a estos puntos de inflexión, cuando aún el movimiento sindical tenía fuerza suficiente, todavía no demasiado dañado por el desempleo o la represión política, para encarar luchas defensivas, e incluso en algunos casos acciones ofensivas.

Esta periodización de las revoluciones tecnológicas a través de las ondas largas de Kondratiev permite visualizar y al mismo tiempo enfatizar el papel que tuvieron, junto a las empresas, los movimientos sociales, el Estado y las instituciones en general. Es por ello que en este documento se optó por ésta.⁶

Cinco revoluciones tecnológicas a lo largo de la historia económica estuvieron pautadas por la creación y destrucción de empleo

En la historia económica es posible identificar cinco de esas revoluciones, desde la primera revolución industrial pasando por la era de la producción en masa hasta la actual revolución digital. Cada uno de estos conjuntos de innovaciones productivas radicales irrumpe en un país específico, y algunas veces solo en una región particular. Lancashire (al noroeste de Inglaterra) fue con mucho la cuna y el símbolo de las industrias clave de la primera revolución industrial,

de la misma manera que Silicon Valley lo ha sido para la revolución digital. De hecho, cada revolución tecnológica se desarrolla originalmente en un país-núcleo el cual actúa como líder económico mundial en cada etapa. Ahí se despliega completamente y se propaga a otros países. Aunque las oleadas de desarrollo que impulsan las revoluciones tecnológicas en el largo plazo son fenómenos mundiales, la propagación del cambio ocurre en forma gradual y se dirige desde el núcleo hacia la periferia (Pérez, 2002).

La primera revolución tecnológica se extendió entre finales del siglo XVIII y mitad del siglo XIX (aproximadamente entre 1780 y 1848) y se concentró principalmente en Inglaterra. Durante este periodo se desarrolló la mecanización, la que erigirá a la industria como el cimiento de la estructura económica en sustitución de la agricultura. Se comienza a medir la productividad a través de la medición de los tiempos de producción. Las máquinas movidas por energía hidráulica exigen la fluidez de los movimientos del transporte por canales y otras vías acuáticas. Gradualmente, durante este periodo se configuran las primeras fábricas.

La segunda revolución tecnológica (entre 1848 y 1895, aproximadamente), se suele denominar era del vapor y los ferrocarriles. Ésta surgió y se centró en Inglaterra, aunque posteriormente se difundió hacia algunos países de Europa y EEUU. Se caracterizó por la extracción masiva de carbón y la invención y difusión de la máquina de vapor que pusieron a disposición una nueva energía, dando impulso al desarrollo de los ferrocarriles y la aceleración del intercambio comercial. A través de la expansión de los mercados surgieron las economías de escala como base de la productividad y la producción cada vez más estandarizada. Florecieron también las economías de aglomeración a través del desarrollo de las ciudades industriales.

Estas dos primeras revoluciones condujeron a importantes transferencias de empleo entre la agricultura y la manufactura. Fue una era marcada por una creciente polarización del mercado de trabajo en función de la calificación. Las innovaciones, sobre todo en la industria textil, requerían crecientemente

5 Hobsbawm E. J. (1964) "Economic fluctuations and some social movements since 1800", referido por Freeman y Louça (2001, pag. 356).

6 Otra periodización de las revoluciones tecnológicas muy difundida actualmente (por ejemplo a través del Foro Económico Mundial, la OCDE y en general los medios de prensa) está basada en los desarrollos de otros historiadores económicos, como Chandler y von Tunzelmann. Éstos agrupan las dos primeras ondas Kondratiev en la primera revolución industrial y la tercera y cuarta onda Kondratiev en la segunda revolución industrial. La quinta onda Kondratiev es la tercera revolución industrial y la cuarta revolución industrial es el redespiegue de la revolución informática a través de los avances de la inteligencia artificial, la nanotecnología y la biotecnología.

el uso de trabajadores más especializados para lograr complementar el trabajo de las nuevas máquinas, al mismo tiempo que se reemplazaban las herramientas manuales por máquinas. Si bien durante estas primeras revoluciones industriales se creó desempleo tecnológico en Inglaterra, las ganancias de productividad laboral contribuyeron para que la economía siguiera creciendo en su conjunto y crear nuevos puestos de trabajo.

La tercera revolución tecnológica (entre 1895 y la década de 1940) es la Era del acero, el petróleo y la ingeniería pesada. Se caracterizó por el desarrollo de la electricidad, el motor de combustión interna, los químicos producidos por la ciencia, la efectiva fundición de acero, y el comienzo de las tecnologías de la comunicación, con la difusión del telégrafo y la invención del teléfono. Surge durante este periodo la organización científica del trabajo (OCT) de la mano de Frederick Taylor, denominada “taylorismo”, lo que pauta la profundización de la búsqueda de mayor productividad a través del control del tiempo de trabajo, separando el trabajo de concepción del de ejecución.

La cuarta revolución tecnológica (entre 1940 y 1970 aproximadamente) está caracterizada por la producción de masa en la gran fábrica organizada en función de los principios organizativos del “fordismo”. La línea de ensamblaje es una innovación organizacional radical, la que lleva a un extremo la concepción de aumento de la productividad a través de la OCT. Se impone el consumo de masa como complemento macroeconómico de la producción en masa. En casi todos los países europeos, y en EEUU en menor medida, predomina el “estado de bienestar” con la provisión masiva de una variedad de beneficios sociales y servicios públicos. Se desarrollan las redes de caminos, autopistas, puertos y aeropuertos. También se desarrollan los oleoductos y la electricidad se extiende a nivel doméstico y en la industria.

Según Coriat (1982) durante la década de 1960 toma auge con un vigor sin precedentes desde la década de 1930, un fenómeno de resistencia en masa al trabajo de tipo parcelado y repetitivo que supuso el modelo fordista. Freeman y Louça (2001) explican también el ajuste estructural de esta cuarta revolución tecnológica entre los años 1970 y 1980 a través de estas masivas protestas y alta conflictividad social.

Desde la invención de la electricidad a partir de la tercera revolución tecnológica, el empleo del siglo XX se caracterizó por una carrera entre educación y tecnología. Después de que el trabajo en línea había proporcionado empleo a un gran número de traba-

adores no calificados en las fábricas, la especificación del puesto de trabajo, junto a la difusión de la electricidad en la industria aceleró la mecanización y automatización del proceso productivo. Las habilidades y capacidades de los trabajadores menos calificados eran codificadas y rediseñadas bajo la forma de la línea de ensamblaje en movimiento. Al mismo tiempo, aumentó la demanda de trabajadores calificados capaces de manipular las máquinas en la línea de producción y realizar tareas de control. Y en paralelo se diversificaron los sectores productivos creando nuevos empleos.

La quinta revolución tecnológica (a partir de la década de 1970) es la revolución de las TIC que estableció un sistema tecnológico inicial alrededor de los microprocesadores (y otros semi-conductores integrados), sus proveedores especializados y sus usos iniciales en calculadoras y juegos, así como en la miniaturización y digitalización de los controles y otros instrumentos de uso civil y militar (Pérez 2002).

Alrededor de este núcleo de tecnologías una constelación de importantes rupturas tecnológicas ha tenido lugar en las dos últimas décadas del siglo XX en materiales avanzados, en fuentes de energía, en aplicaciones médicas, en técnicas de manufactura (existentes o potenciales, como la nanotecnología), y en la tecnología de la transportación, entre otras. Por otra parte, el actual proceso de transformación tecnológica se expande exponencialmente por su habilidad para crear una interfaz entre los campos tecnológicos a través de un lenguaje digital común en el que la información es generada, almacenada, recuperada, procesada y retransmitida (Castells, 2002).

El núcleo dinámico de esta revolución, que tomó los desarrollos tecnológicos y los transformó en éxitos empresariales, se ubica en la región de Silicon Valley de EEUU. Según Castells (2002), un elemento que distingue esta revolución de sus predecesoras históricas es que éstas últimas tuvieron lugar solo en unas pocas sociedades, y se difundieron en un área geográfica relativamente limitada, frecuentemente aislando espacial y temporalmente otras regiones del planeta. En contraste, las nuevas tecnologías de información se han expandido por todo el mundo a la velocidad del relámpago en menos de dos décadas, entre mediados de los 70 y mediados de los 90, desplegando una lógica de aplicación inmediata para el propio desarrollo de las tecnologías que genera, conectando al mundo a través de la tecnología de la información. Obviamente, hay grandes áreas en el mundo, y considerables segmentos de la población desconectados del nuevo sistema tecnológico, justa-

mente lo nuevo de esta revolución es que las áreas que están desconectadas son cultural y espacialmente discontinuas.

Actualmente, la revolución de las TIC se encuentra en la fase más madura de difusión mundial y, aparentemente, de un redespliegue a partir de los avances de la automatización, robotización e inteligencia artificial.

En el cuadro que sigue se propone un esquema de las cinco revoluciones tecnológicas reseñadas y se agrega la periodización alternativa desarrollada por Chandler y Von Tunzelmann que organizan de manera diferente los mismos procesos históricos. También se agrega una **sexta revolución tecnológica**, que

aparentemente está en su fase de surgimiento sobre la base de la revolución digital, caracterizada por el desarrollo sustentable y las aplicaciones a la matriz productiva de la biotecnología y nanotecnología. Esta sexta revolución aún no está configurada, pero el insumo clave sería la biomasa. Aunque Europa y China ya están actualmente liderando las inversiones ligadas a esta revolución y se visualiza que los países de América Latina tienen grandes oportunidades dada la base de recursos naturales que esta revolución conlleva. Se distingue, además, por una fusión de la tecnología que difumina las líneas entre las esferas física, digital y biológica, transformando la producción y asimilando los sectores primario, secundario y terciario en uno solo.

Seis revoluciones tecnológicas en la historia del capitalismo

ONDAS LARGAS KONDRATIEV	Características básicas	Constelación de innovaciones técnicas y organizacionales	ONDAS LARGAS CHANDLER o VON TUNZELMANN
1era Revolución Tecnológica Desde 1780	Insumo clave: hierro, Otros: algodón, carbón País líder: Inglaterra	Energía hidráulica Mecanización en la industria	1era Revolución Tecnológica
2da Revolución Tecnológica Desde 1848	Insumo clave: hierro Otros: carbón País líder: Inglaterra Seguidores: Alemania, EEUU	Energía de vapor Mecanización de la industria y el transporte	
3era Revolución Tecnológica Desde 1895	Insumo clave: acero Otros: cobre, metal País líder: EEUU y Alemania	Electrificación de la industria, el transporte y los hogares Motorización del transporte, civil, economía y guerra Línea de ensamblaje	2da Revolución Tecnológica
4ta Revolución Tecnológica Desde 1940	Insumo clave: petróleo Otros: gas, materiales sintéticos País líder: EEUU Seguidores: Alemania y resto de Europa Producción en masa Consumo de masa Refinerías de petróleo Petroquímica Automóvil		
5ta Revolución Tecnológica Desde 1973	Insumo clave: Chips País líder: EEUU Seguidores: Europa y Asia Telecomunicaciones digitales (cable, fibra óptica, radio y satélite) Internet, correo electrónico y otros servicios electrónicos Redes eléctricas de fuente múltiple y usoflexible Red de transporte físico de alta velocidad	TIC (Economía Digital) Automatización Robotización Inteligencia Artificial	3era Revolución Tecnológica 4ta Revolución Tecnológica
6ta Revolución Tecnológica Desde 2010	Insumo clave: ¿biomasa? País líder: ¿Europa? ¿China? Seguidores: ¿América Latina? Economía Digital Sostenibilidad ambiental Energías renovables Química verde Biorefinerías (Industria a partir de biomasa) Economía Circular	Economía Verde Bioeconomía Nanotecnología	

Fuente: Elaboración propia en base a Jeremy Rifkin (1996); Chris Freeman y Francisco Louça (2001); Carlota Pérez (2002); Jeffrey Sachs (2015); WorldEconomicForum (2016); Robert Gordon (2015)

Efectos recientes de la automatización en Uruguay

Para abordar el fenómeno de la automatización en Uruguay, la Dirección de Planificación decidió utilizar tres enfoques complementarios. Por un lado, se analizó el pasado reciente observando cómo evolucionaron las tareas que componen las ocupaciones de los uruguayos. Para esto se aplicaron dos enfoques: en primer lugar, se aplicó la “intensidad de contenido de las tareas”, desarrollada por Acemoglu y Autor (2011), y en segundo lugar, se aplicó un enfoque desarrollado por la propia Dirección. Por otro lado, se puso la mirada hacia el futuro y se tomó el enfoque de “riesgo de automatización” desarrollado por Frey y Osborne (2013). Los enfoques de Autor y Acemoglu y de Frey y Osborne fueron aplicados a Uruguay por Apella y Zunino (2017) y Munyo (2016), respectivamente.

El objetivo de la presente sección es indagar sobre el efecto que la automatización está teniendo sobre la intensidad de los distintos tipos de tareas desarrolladas en los empleos uruguayos, así como en algunos empleos en particular.⁷ En las últimas décadas, se han verificado importantes modificaciones, tanto en aspectos vinculados a la oferta de trabajo, como a la demanda de trabajo. Esto hace muy complejo analizar el impacto de la automatización aisladamente. En efecto, además de la aplicación de nueva tecnología incorporada en bienes de capital que ha modificado el proceso productivo en numerosos sectores de la economía, se produjo una caída de la actividad en algunas industrias manufactureras volcadas al mercado local y regional. También se produjo el crecimiento de algunas actividades terciarias y se ha asistido a un aumento del comercio internacional, en el marco de una creciente internalización de los procesos productivos y el ingreso del país al Mercosur. Por otra parte, aumentó el nivel educativo de los uruguayos y se verificó el ingreso masivo de la mujer al mercado de trabajo, incrementando la participación femenina en el mercado laboral.

Por estos motivos, no se puede analizar de forma directa el vínculo entre los cambios en las ocupaciones de los uruguayos y los cambios tecnológicos. De forma de analizar sistemáticamente el posible efecto de la automatización en la estructura de empleo del país, se adoptaron las tres metodologías mencionadas que buscan una interpretación de la evolución reciente en la materia y estimar el riesgo de automatización en el futuro.

Enfoque de tarea

El enfoque de la intensidad de las tareas (*task approach*) aquí presentado, está basado en el trabajo de Autor y Acemoglu (2011) y en la literatura desarrollada por éstos y otros autores. Siguiendo este enfoque, un proceso productivo se puede descomponer en tareas que pueden ser llevadas a cabo o bien por trabajadores o bien por capital (es decir por maquinaria y equipo). Hay una división del trabajo entre ambas cuya asignación depende de factores tecnológicos y económicos. Los primeros determinan un movimiento en una sola dirección: las maquinarias y equipo normalmente se hacen cargo de tareas anteriormente realizadas por los trabajadores; simultáneamente, a los trabajadores se les asignan nuevas tareas complementarias con las ahora realizadas por la maquinaria.

Esa secuencia de asignación de tareas entre trabajo humano y maquinaria obedece, según Autor (2013), a algo muy intuitivo: cuando una tarea no es rutinaria ésta presenta obstáculos inesperados y los trabajadores la pueden llevar adelante generando nuevo conocimiento para sobrepasarlo. Por el momento, no existen máquinas que puedan sustituir ese tipo de tarea, ya que hay pocas máquinas que tienen la capacidad de improvisar. Es decir, para ser automa-

7 En todos los casos se utilizan datos de la Encuesta Continua de Hogares (ECH) del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) a la hora de analizar el mercado laboral uruguayo. Para dar cuenta de las características de las ocupaciones y construir una medición de la intensidad de tareas, se utilizan datos de la base O*NET del Departamento de Trabajo de la Administración Central estadounidense.

tizable la tarea, ésta debe estar codificada⁸ hasta tal punto que una máquina relativamente inflexible pueda ejecutarla de forma semi-automática.

Los aspectos económicos que inciden en la asignación entre trabajo humano y maquinaria son los relacionados con el costo relativo de esos factores. A mayor precio del trabajo mayor incentivo a utilizar crecientemente “tareas del capital” en el proceso productivo. La ventaja comparativa del trabajo frente al capital deriva finalmente de la combinación de estos aspectos económicos y tecnológicos, según Autor (2013).

Con el avance de la tecnología se desarrolla la capacidad de codificar tareas cada vez más complejas para que éstas puedan ser ejecutadas de manera automática. En paralelo a esto, se requieren nuevas tareas, aún difíciles de codificar, que serán en un principio llevadas a cabo por trabajadores con alto nivel de habilidades y conocimientos.

En este sentido, los autores mencionados clasifican las tareas dentro del proceso productivo de acuerdo a su carácter rutinario o no rutinario y de acuerdo a si se trata de una tarea manual o cognitiva. De esta forma se obtienen cuatro tipos de tareas: manuales rutinarias, manuales no rutinarias, cognitivas rutinarias y cognitivas no rutinarias (que a la vez se pueden dividir en analíticas o interpersonales⁹). En la Tabla 1 están esquematizados los tipos de tareas señalados y en el Anexo I están explicadas mejor de qué tratan las distintas tareas.

Tabla 1: Tipos de tareas.

Tareas	Rutinarias	No rutinarias
Manuales	Manuales rutinarias (MR)	Manuales no rutinarias (MNR)
Cognitivas	Cognitivas rutinarias (CR)	Cognitivas no rutinarias analíticas (CNRA)
		Cognitivas no rutinarias interpersonales (CNRI)

Fuente: Elaboración propia en base a Autor (2013)

Cualquier ocupación combina la realización de todas estas categorías de tareas. No existen empleos “puros” en cuanto a las tareas que implica, pero algunos son más intensivos en alguna de ellas y otros lo son en otras. En tanto, las tareas rutinarias pueden ser codificables con mayor facilidad – esto es, se puede desarrollar un algoritmo que dé instrucciones concretas para la realización de la misma– las aplicaciones empíricas a la economía de EEUU de este enfoque dan por resultado que a lo largo del tiempo las ocupaciones de la fuerza laboral se han ido transformando en menos intensivas en este tipo de tareas (es decir en las tareas MR y CR) y más intensivas en tareas cognitivas no rutinarias (CNRA y CNRI), que son complementarias a la introducción de nuevas tecnologías.

Sin embargo, la tendencia de la intensidad de las tareas manuales no rutinarias (MNR) no es clara. Si bien este tipo de tarea es más difícilmente codificable, no parece necesariamente que haya aumentado su demanda tras la incorporación de cambio tecnológico. En suma, los autores observan que, en general, se ha verificado una polarización en el mercado laboral en términos de calificaciones e ingresos, mediante la cual aumentó el peso de los trabajadores abocados a tareas cognitivas no rutinarias, pero también el de aquellos que realizan tareas manuales no rutinarias en empleos de menor calidad.

Con una mirada hacia el futuro, sobre cómo los avances de la IA y la robótica podrían moldear la trayectoria ocupacional de EEUU, Autor (2014) afirma que muchos artículos académicos y la prensa, en general, sobrestiman la extensión en que las máquinas sustituirán trabajo humano e ignoran las fuertes complementariedades entre trabajo y capital que dicho cambio tecnológico genera. Según él, los obstáculos para sustituir máquinas por trabajadores en tareas que requieren adaptabilidad, sentido común y creatividad son aún inmensos. Finalmente, según Autor, la polarización del mercado laboral observada en años recientes en EEUU no continuará indefinidamente en el futuro, debido a la dificultad de automatizar ciertas ocupaciones de habilidad media sin que ello produzca una caída importante de la calidad del trabajo.

8 El concepto de conocimiento codificado y tácito está basado en los desarrollos de Michael Polanyi, (1966). The Tacit Dimension. New York, NY: Doubleday. Citado por Autor (2014).

9 Por ejemplo, una tarea rutinaria cognitiva-analítica es una operación quirúrgica de bajo riesgo o una tarea no rutinaria cognitiva-interpersonal es el cuidado de una persona con dependencia.

Aplicación a Uruguay del enfoque de tarea

A partir del mencionado trabajo de Apella y Zunino, la Dirección de Planificación aplicó, con algunas modificaciones respecto a dicho documento¹⁰, el enfoque de las tareas para el caso de Uruguay a lo largo del período 2000 – 2014.

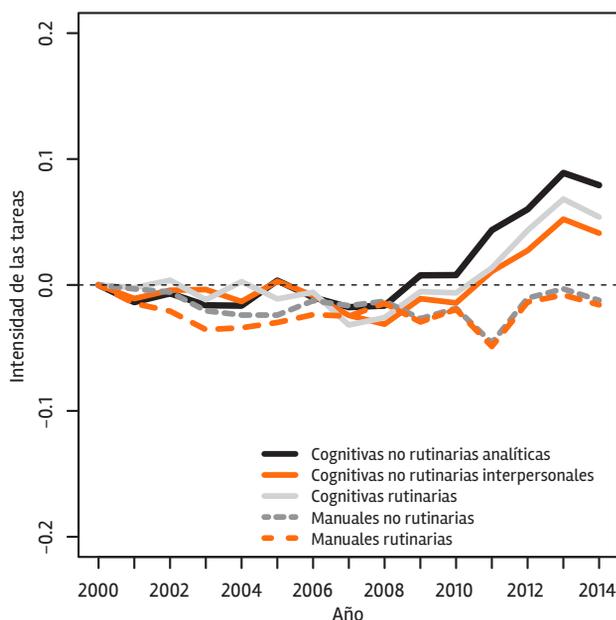
Para dar cuenta de la evolución de la intensidad de las tareas de los empleos uruguayos se trabajó conjuntamente con la Encuesta Continua de Hogares (ECH) y la base de datos O*NET. Esta última, como ya se mencionó, recoge las características de las ocupaciones en EEUU en términos de los conocimientos y habilidades necesarias para llevarlas a cabo, así como el tipo de actividades que desarrollan. A partir de un conjunto de estas variables¹¹, se construyó la intensidad en los 5 tipos de tareas mencionadas en el apartado anterior.

Si bien es posible actualizar año a año la información de O*NET sobre el contenido de tareas de cada ocupación, esa información refleja la evolución par-

ticular de las ocupaciones en EE. UU. . Para enfocarse en las modificaciones que responden directamente a cambios en el mercado laboral uruguayo, se decidió tomar una medida constante de intensidad de tarea para cada ocupación que corresponde a los valores para el año 2015.¹²

En el gráfico 1 siguiente se muestra la evolución de la intensidad con que se aplican los distintos tipos de tareas en el conjunto de los empleos uruguayos en el período 2000–2014. Se observa que los cambios en los empleos uruguayos observados entre 2000 y 2014 llevan a que la intensidad de las tareas manuales rutinarias (MR) decrezca levemente al final del periodo. A su vez la intensidad en las tareas cognitivas crece, siendo las cognitivas no rutinarias analíticas (CNRA) las que presentan mayor crecimiento. A diferencia de lo encontrado por Autor y Acemoglu en EEUU, las tareas cognitivas rutinarias (CR) crecen también en el período. Este resultado es similar a lo que se encontró en otros estudios de países que no pertenecen al bloque desarrollado, por ejemplo en Hardy *et al.* (2016) para países de Europa del Este y Apella y Zunino para Argentina.

Gráfico 1: Evolución de la intensidad de las tareas



Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta Continua de Hogares (INE) y base de datos O*NET

Nota: En el eje de las ordenadas se mide la diferencia de intensidad de cada tipo de tarea en un año dado, frente a la intensidad promedio de dicha tarea en el año base, normalizada por su desvío estándar. Un valor positivo implica una mayor intensidad frente al año base, y lo contrario para un valor negativo.

10 Mientras que en Apella y Zunino se considera la intensidad de tareas para los años 1995, 2003 y 2015, se consideran aquí todos los años del período 2000 – 2014. Así mismo, se aplicaron dos formas distintas de tomar los datos de la base O*NET de EE. UU. .

11 Se siguió la metodología desarrollada por Acemoglu y Autor (2011).

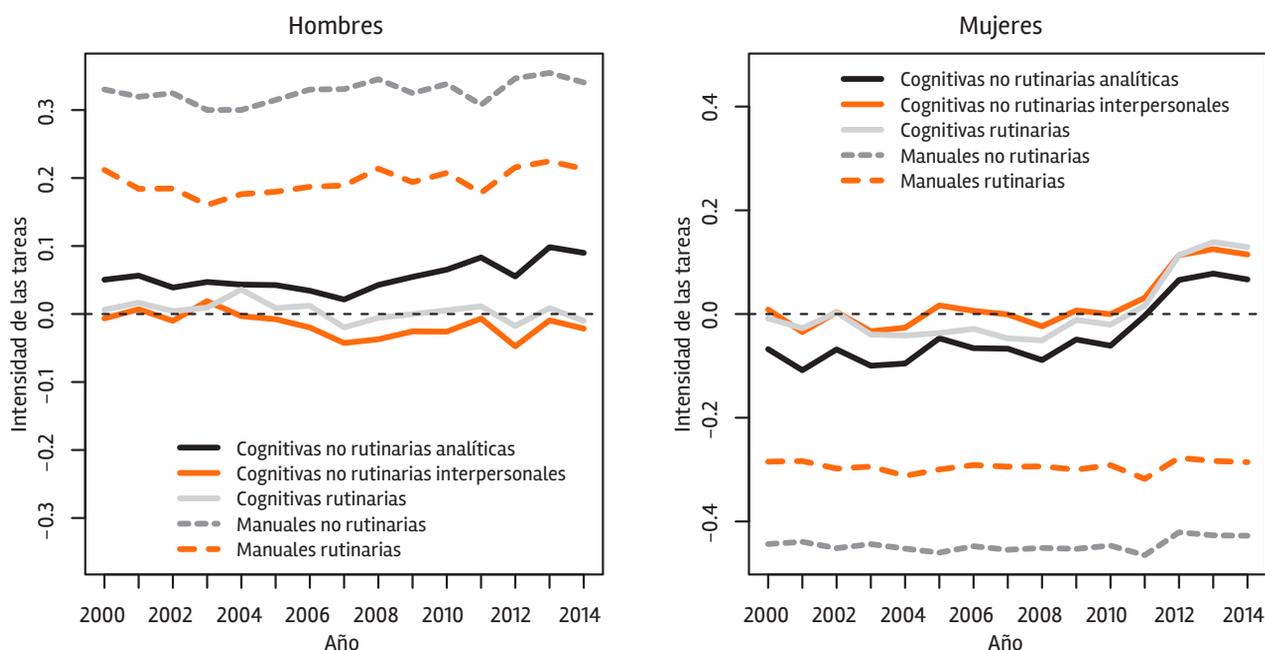
12 De todas maneras se realizó también el ejercicio de actualizar cada año la composición de tareas de cada ocupación, según la actualización de la base O*NET. Los resultados son similares a los que se presentan aquí con la metodología tomando los valores de 2015, aunque de mayor magnitud, y se corresponden en buena medida con lo encontrado por Apella y Zunino (2017).

El crecimiento en la intensidad de las tareas cognitivas se observa casi sin interrupciones entre los años 2007 y 2014, lo que permite observar una tendencia sostenida para este tipo de tareas y que podría extenderse para el futuro.

En suma, se observa en el mercado de trabajo de Uruguay algunas tendencias conocidas en otros países del mundo desde hace bastante más años, especialmente en los países desarrollados. Esto es el alza de la intensidad de las tareas ocupacionales cognitivas y, con menos contundencia que lo anterior, el descenso de la intensidad de las tareas manuales. En el siguiente análisis se profundizará sobre estas tendencias.

Al observar las tareas que se ejecutan en la ocupación de un individuo en función de su sexo se encuentra (véase gráfico 2) que a lo largo de todo el periodo los hombres se desempeñan en ocupaciones con mayor intensidad en tareas manuales que las mujeres. En el caso de la intensidad en tareas cognitivas, y en particular para las cognitivas no rutinarias analíticas, es posible observar un cambio relevante durante el periodo. Mientras que los empleos de las mujeres comienzan el periodo con menor intensidad en este tipo de tareas, la participación de éstas crece marcadamente, especialmente luego de 2008, mientras que la de los hombres se mantiene relativamente estable.

Gráfico 2: Intensidad de tareas por sexo



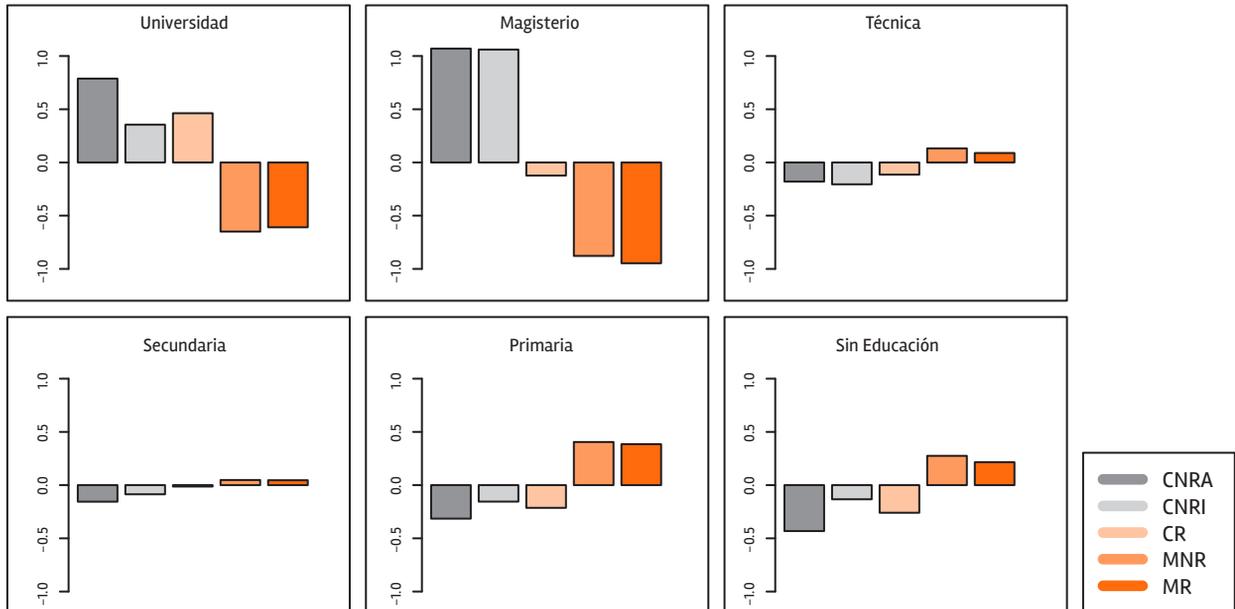
Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta Continua de Hogares (INE) y base de datos O*NET

Nota: los valores se expresan en desvíos estándares de la intensidad de cada tarea frente al promedio de la población en el año 2000. El valor promedio de cada tipo de tarea es 0, por construcción. Esto genera gráficas "espejo", donde, si los hombres tienen un valor positivo en un tipo de tarea frente al promedio de la población, las mujeres tendrán un valor negativo.

Desde el punto de vista del nivel educativo, los resultados son acordes a lo esperado. El mayor nivel de calificaciones formales, está relacionado con una

mayor intensidad de las tareas cognitivas y menor intensidad de las tareas manuales. (Véase gráfico 3)

Gráfico 3: Intensidad de tareas por nivel educativo, promedio de 2000 a 2014



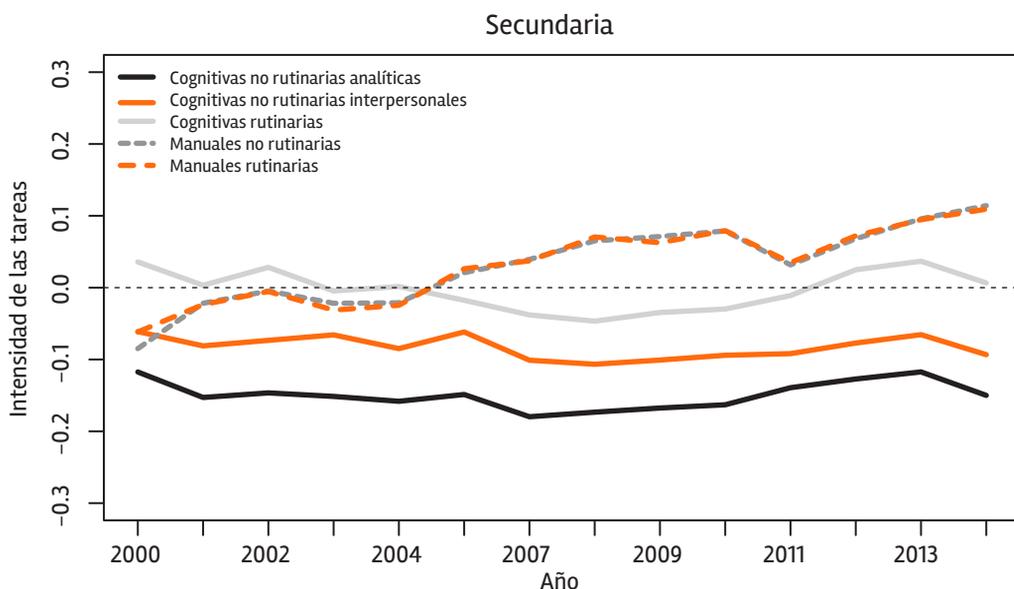
Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta Continua de Hogares (INE) y base de datos O*NET

Nota: los valores se expresan en desvíos estándares de la intensidad de cada tarea frente al promedio de la población, el valor promedio de cada tipo de tarea es 0, por construcción. Una barra positiva significa que los empleos de este nivel educativo son más intensivos en ese tipo de tareas que un empleo promedio de la economía, mientras que una barra negativa implica que son menos intensivos.

Los resultados muestran además una estabilidad de dicha intensidad a lo largo del periodo para cada categoría educativa, con excepción de los trabajadores con educación secundaria (al menos un año aprobado). En el Gráfico 4 se puede observar que estos trabajadores presentan un incremento durante el periodo en la intensidad de tareas manuales rutinarias y no rutinarias. Esto puede llegar a tener como resultado un descenso relativo en la calidad de los

empleos para estos trabajadores. Dicha tendencia señala, asimismo, que se trata de trabajadores que están especialmente expuestos a los riesgos que el proceso de automatización entraña, dado que justamente son este tipo de tareas manuales las que están más sujetas a ser sustituidas por maquinaria y equipos. Por simplicidad no se presenta la evolución para los trabajadores con otros niveles educativos ya que no presentan cambios relevantes.

Gráfico 4: Intensidad de tareas para ocupados con educación secundaria (completa e incompleta)



Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta Continua de Hogares (INE) y base de datos O*NET

De los resultados mostrados anteriormente relacionados a los tipos de tareas y el nivel de educación alcanzado, se puede concluir que, en general, los cambios en la intensidad de las tareas que se observan para el promedio de los trabajadores, responden más a una modificación de la composición del nivel educativo de los ocupados, hacia categorías de mayor calificación formal, que a un movimiento de la intensidad de las tareas dentro de cada grupo educativo (con la excepción señalada de los trabajadores con educación secundaria¹³).

Evolución de las ocupaciones en Uruguay

Otra forma de analizar las tendencias recientes en la temática de la relación entre trabajo y capital en el proceso productivo, es analizar directamente cómo han cambiado las ocupaciones de los uruguayos en las últimas décadas y no hacerlo mediante las tareas que componen esas ocupaciones.

Ahora bien, al observar una modificación sustantiva en la evolución de una ocupación determinada, no se sabe con exactitud en qué medida ésta puede responder al reemplazo (o incorporación) de esta ocupación por otras dentro de un mismo proceso productivo o a un cambio en la composición sectorial de la economía. A modo de ejemplo, no es claro que la fuerte caída de la ocupación de “Operadores en fabricación textil” durante la década de 1990 se deba a un proceso de sustitución de estos empleos por maquinaria, o a la disminución del peso del propio sector textil en la estructura productiva del país.

Para buscar aislar el efecto sectorial, se construyó un índice de evolución sectorial sintético (IESS)¹⁴, de forma que si se observa que la ocupación se comporta de forma significativamente distinta a la del IESS, se estaría en presencia de un reemplazo (o incorporación) de una ocupación dentro de los sectores que la emplean. Por el contrario, y a modo de ejemplo, si una ocupación cae fuertemente en el mercado laboral uruguayo, pero el IESS cae de forma paralela, lo que estaría pasando es simplemente una reducción de los sectores productivos que más intensamente emplean esa ocupación y no un fenómeno de sustitución tecnológica de esa ocupación.

Se presentan en los gráficos 5 y 6 de forma ilustrativa algunos casos en los cuales pueden haber operado los efectos del cambio tecnológico, es decir casos en los que algunas ocupaciones muestran una tendencia significativa propia¹⁵ que no responde a factores sectoriales para los períodos 1984 – 1999 y 2000 – 2011¹⁶.

Se observa en el Gráfico 5 que durante el periodo 1984 – 1999 crece de forma importante el empleo en la categoría de “Otros profesionales en ciencias sociales y programación” que reúne a científicos sociales y programadores informáticos¹⁷, siendo esta última en particular una profesión cuya demanda responde, sin lugar a dudas, a cambios tecnológicos. Como contracara, se observa que profesiones, como la de lavadero, operador en fabricación de alimentos y los operadores en fabricación textil, presentan todas tendencias significativas propias a la baja. Esto es, incluso cuando los sectores de referencia caen durante dicho periodo, se observa que las propias ocupaciones decrecen más, evidenciando algún grado de sustitución de esa ocupación en el proceso productivo. En la medida en que las ocupaciones que presentan una caída pueden pensarse como más intensivas en tareas manuales rutinarias, mientras que las que crecen tienen mayor componente cognitivo, se ratifica lo observado en la sección anterior, pero para un periodo de tiempo más amplio. No es claro, sin embargo, que en este periodo ocurra lo mismo para las ocupaciones intensivas en tareas manuales no rutinarias.

13 Estos resultados van en una línea similar a los encontrados por Apella y Zunino (2017).

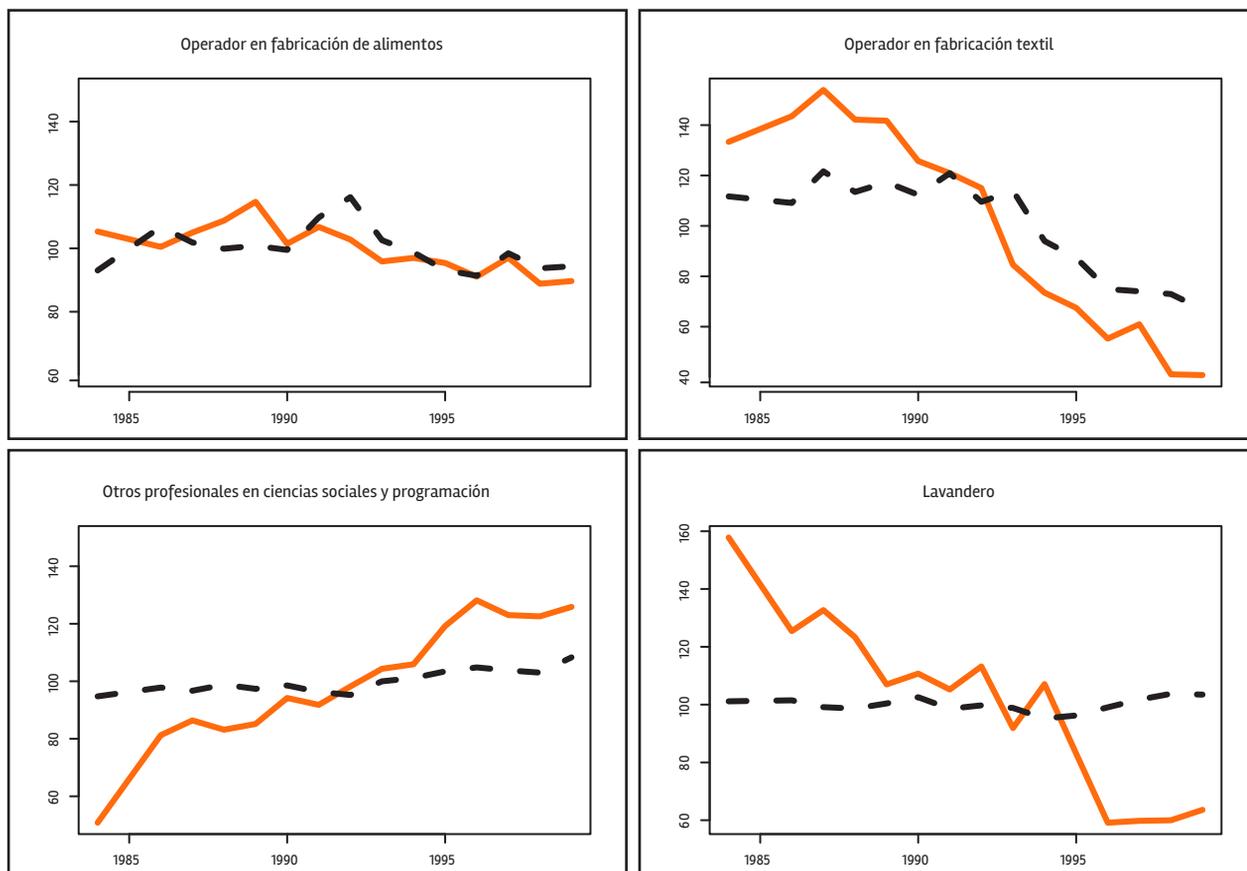
14 Dicho índice se construye como un índice compuesto de empleo, donde los pesos de cada sector de la economía responden al peso de estos sectores en el empleo de una ocupación determinada. Posteriormente, para evitar que exista contaminación del IESS, se sustraen los empleos de la propia ocupación.

15 Se incluyen ocupaciones donde la tendencia propia es estadísticamente significativa al 1%.

16 La partición en dos períodos responde al cambio de codificación en las respuestas de ocupación y sector de actividad en la ECH.

17 La codificación de ocupaciones para este periodo es la COTA 70 desarrollada por la OEA en 1970.

Gráfico 5: Evolución de empleo de algunas ocupaciones seleccionadas 1984-1999



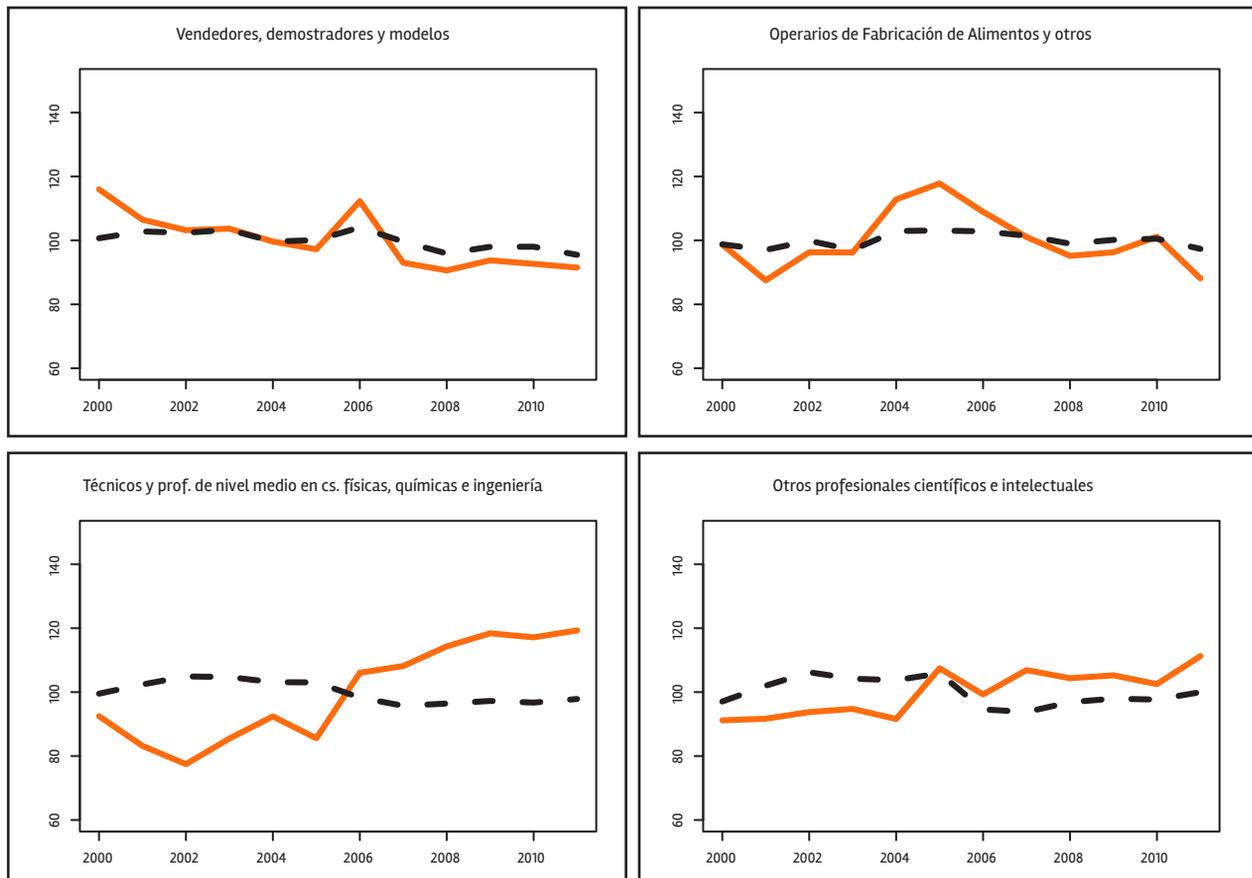
Nota: la línea continua representa la evolución de empleo en la ocupación entre 1984 y 1999, mientras que la línea punteada marca el IESS, es decir la evolución de los sectores más demandantes de la ocupación. Se presentan aquí algunas ocupaciones de interés con tendencia propia significativa.

En el Gráfico 6, para el periodo 2000 – 2011, se observan tendencias similares, con la salvedad de que las categorías no son estrictamente comparables. Entre las ocupaciones de mayor crecimiento no explicado por una tendencia sectorial, se encuentran aquellas intensivas en tareas cognitivas no rutinarias analíticas.

Para algunas ocupaciones intensivas en tareas manuales rutinarias, como operarios industriales, se

observa una caída, mientras que lo mismo ocurre para los vendedores, que en el periodo anterior no presentaban tal tendencia. Además, una de las categorías ocupacionales que presenta mayor peso en el empleo, como es la de oficinista, que no se presenta en el gráfico (con importante intensidad de tareas cognitivas rutinarias), aumenta también su participación por encima de lo que predice el factor sectorial.

Gráfico 6: Evolución de empleo de algunas ocupaciones seleccionadas 2000-2011



Nota: la línea continua representa la evolución de empleo en la ocupación entre 2000 y 2011, mientras que la línea punteada marca el IESS, misma propuesta que en el gráfico anterior. Se presentan aquí algunas ocupaciones de interés con tendencia propia significativa.

En suma, los resultados obtenidos con esta segunda metodología permiten ilustrar en materia de ocupaciones lo discutido en la sección anterior a través de las tareas que componen las ocupaciones. Se puede encontrar de esta forma otra evidencia de que el cambio tecnológico ha operado recientemente en la estructura de empleo uruguayo, trasladándose pau-

latinamente hacia empleos más intensivos en tareas cognitivas, y menos intensivos en tareas manuales. En la sección siguiente se enriquece este análisis, utilizando una mirada prospectiva para evaluar en qué medida se puede esperar que en el futuro la automatización opere en la demanda de trabajadores en Uruguay.

Una mirada prospectiva al futuro del trabajo en Uruguay

En esta sección se cambia el foco, y en vez de observar lo que pasó en el pasado en el mercado laboral uruguayo en el tema de la automatización, se mira al futuro. Para ello se aplica el enfoque de *riesgo de automatización* desarrollado por Frey y Osborne (2013) ya mencionado. Estos autores utilizan una metodología prospectiva a partir del trabajo con expertos en tecnología de la Universidad de Oxford (Inglaterra). Esta metodología busca estimar el riesgo de automatización de las ocupaciones, de acuerdo a las capacidades tecnológicas existentes o a crearse en un horizonte de dos décadas, a partir de las investigaciones que se están realizando actualmente. Esta metodología ha sido aplicada extensamente a diversos países, y en particular para Uruguay se aplicó por primera vez a través de un trabajo de Ignacio Munyo (2016).

Debe tenerse especialmente presente que la metodología elaborada por Frey y Osborne descansa sobre ciertas decisiones metodológicas que generan resultados cuestionados por diversos especialistas. Por esa razón se insta a los lectores a tomar estos resultados con la cautela del caso. En la sección siguiente se desarrollarán esas críticas.

Además, esta metodología descansa en una mirada de prospectiva netamente tecnológica. Pero la tecnología no lo es todo. Existen otros factores, además de la disponibilidad tecnológica, que determinan la decisión de su adopción y que deberán considerarse también. Entre esos otros factores puede mencionarse, en primer lugar, la conveniencia económica. Es que no solo la tecnología tiene que estar disponible, sino que los costos de inversión y mantenimiento requeridos deben ser más que compensados por el ahorro asociado al desplazamiento de mano de obra y otros posibles beneficios para el empresario. Y en este aspecto juegan, además del propio costo de la tecnología, factores tales como la regulación laboral y los niveles salariales, y aspectos asociados a la aceptación social y la adaptación para interactuar con las nuevas tecnologías, factores que pueden, al menos, retrasar su implementación.

En todo caso, lo interesante de esta aplicación no son los porcentajes concretos, sino el ordenamiento por riesgo de ocupaciones y sectores y su cruce con otras variables de interés. Es en estos aspectos en los que se invita al lector a poner el foco.

Enfoque de riesgo de automatización

El primer paso de la metodología de Frey y Osborne fue asignar un valor subjetivo a la posibilidad de automatización de un subconjunto de 70 ocupaciones. Dicha asignación fue realizada en un taller con expertos en aprendizaje automático (*machine learning*), donde se responde para cada ocupación de este subconjunto a la pregunta “¿Pueden las tareas de esta ocupación ser lo suficientemente especificadas para que, sujeto a la disponibilidad de información, sea desempeñada por equipamiento de punta controlado por computadoras?”.

Una vez que se contó con esta información, fue necesario trabajar con una metodología que permitiera estimar el riesgo de automatización para todo el conjunto de las ocupaciones. Con este fin, los autores tomaron la base de datos de O*NET ya mencionada en este trabajo, centrándose en 9 variables relacionadas con 3 habilidades que entienden los autores son obstáculos fuertes para la automatización: la percepción y manipulación, la inteligencia creativa y la inteligencia social (véase la Tabla 2).

Tabla 2: Variables consideradas en el cálculo de riesgo de automatización

Cuello de botella para la automatización	Variable en O*NET
Percepción y Manipulación	Destreza dactilar
	Destreza manual
	Trabajo en posiciones incómodas
Inteligencia Creativa	Originalidad
	Bellas Artes
Inteligencia Social	Percepción social
	Negociación
	Persuasión
	Asistencia y cuidado de otros

Fuente: Elaboración propia en base a Frey y Osborne (2013)

A partir de las características de las ocupaciones tratadas en el taller de expertos de Oxford se obtuvo una estimación del riesgo de automatización de todas las ocupaciones, como un valor entre 0 y 1, donde un menor valor se asocia a un menor riesgo de automatización. De esta forma, algunas características, como un alto requerimiento de originalidad en el desempeño de la ocupación, se correlacionan con un menor riesgo de automatización.

Para la aplicación a Uruguay, dado que no se cuenta con la disponibilidad de datos necesaria, no fue posible replicar la metodología de estimación, sino que se tomó en forma directa las estimaciones para cada ocupación encontrada por Frey y Osborne, realizando la adecuación de la recodificación necesaria¹⁸. Se obtienen estimaciones del riesgo de automatización para todo el país¹⁹, así como para distintos cortes socio-demográficos.

Se presentan los resultados en lo que sigue, a través del riesgo promedio de automatización²⁰, de forma de contar con una unidad de medida única. Este in-

dicador estima un riesgo promedio de 65% para Uruguay, contra un promedio para los países de la OCDE de 57% de acuerdo al Banco Mundial (2016)²¹.

Se puede observar que el riesgo de automatización varía de forma clara en función de las características de las personas y el sector de actividad en que se desempeñan. La distinción por sector de actividad arroja resultados de sumo interés: se observa en la Tabla 3 que las actividades que presentan mayor riesgo de automatización son la explotación agro-ganadera y forestal, las actividades financieras e inmobiliarias y la industria de alimentos, bebidas y tabaco. Vale destacar que estas actividades representan el 16% de los puestos de trabajo entre 2013 y 2015, y tienen un rol preponderante en la cadena de valor de gran parte de las exportaciones del país.²²

En la Tabla 4 se presentan los datos en función de las ocupaciones. Entre los sectores con menor proporción de empleos con alto riesgo de automatización, se encuentran el de enseñanza y salud, el de información y comunicación y las actividades profesionales, científicas y técnicas. Estos sectores se caracterizan por requerir personal con habilidades de trato interpersonal y pensamiento creativo.

Tomando la población por sexo (Tabla 5), se observa que los empleos de las mujeres presentan un riesgo de automatización significativamente menor que el de los hombres. Mientras que para los puestos de trabajo ocupados por mujeres se estima un riesgo de automatización promedio de 60%, para los hombres este valor es de 68%. Esto no implica necesariamente que los trabajadores masculinos sean más automatizables *per se*, pero sí que éstos se desempeñan en empleos que corren mayor riesgo de automatización.

18 La diferencia en la correspondencia podría explicar pequeñas diferencias entre las estimaciones realizadas por este documento, con la de otros autores como Munyo (2016) o Banco Mundial (2016).

19 Para las estimaciones puntuales se trabaja con un *pool* de datos entre 2013 y 2015.

20 Frey y Osborne presentan categorías de riesgo alto, medio y bajo. Por ejemplo, el 47% de los empleos estadounidenses tiene riesgo alto (70%) de ser automatizados.

21 Dicho informe estima un riesgo de 63% para Uruguay.

22 También ha de tenerse en cuenta que el riesgo de automatización se obtuvo directamente del calculado por Frey y Osborne, el que toma la descripción de las tareas de las ocupaciones estadounidenses de la base O*NET. Por ejemplo, en el caso de las ocupaciones ligadas al sector agropecuario seguramente existen diferencias entre Uruguay y EE. UU. en la intensidad de las tareas que componen esas ocupaciones. La Dirección de Planificación y el MTSS están analizando alternativas para adaptar la base O*NET a la realidad uruguaya. De esta forma se podrán construir indicadores de riesgo de automatización mejor adaptados a la realidad local.

Tabla 3: Riesgo de automatización por sector de actividad (2013-2015)

Sector	Riesgo	Sector	Riesgo
Agro, Pesca y Forestal	85%	Act. Financieras e Inmobiliarias	78%
Alimentos, bebidas y Tabaco	78%	Transporte y Almacenamiento	77%
Productos minerales y de metal	76%	Fabricación de material de transporte	75%
Act. Administrativas y de apoyo	75%	Comercio	74%
Textiles y Cueros	72%	Construcción	72%
Maquinaria y equipos eléctricos	71%	Minas y Canteras	70%
Electricidad, Gas y Agua	69%	Productos de Madera y Papel	68%
Químicos, caucho y plástico	67%	Refinación de petróleo	66%
Hogares en Calidad de Empleador	59%	Administración Pública	57%
Información y Comunicación	53%	Act. Profesionales, científicas y técnicas	48%
Enseñanza y salud	33%		

Fuente: Elaboración propia en base a Frey y Osborne (2013) y ECH (INE)

Tabla 4: Riesgo de automatización por categoría ocupacional (2013-2015)

Categoría Ocupacional	Riesgo de Automatización	Porcentaje del Empleo
Personal de apoyo administrativo	94%	12%
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros	88%	5%
Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores	83%	7%
Ocupaciones elementales	75%	19%
Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios	72%	14%
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	64%	22%
Técnicos y profesionales de nivel medio	44%	7%
Profesionales científicos e intelectuales	12%	11%

Nota: los nombres de las categorías ocupacionales se corresponden a los primeros dígitos de la clasificación ocupacional CIUO-08 de OIT.

Fuente: Elaboración propia en base a Frey y Osborne (2013) y ECH (INE)

Tabla 5: Riesgo de automatización por sexo (2013-2015)

Sexo	Riesgo de automatización
Hombres	68%
Mujeres	60%

Fuente: Elaboración propia en base a Frey y Osborne (2013) y ECH (INE)

Asimismo el recorte geográfico se muestra igual de relevante, en la Tabla 6 se observa que el riesgo de automatización para el medio rural es de 79%. Es de 70% para las localidades del interior con menos de

5.000 habitantes, 65% para las localidades del interior del país con más de 5.000 habitantes y 61% para Montevideo.

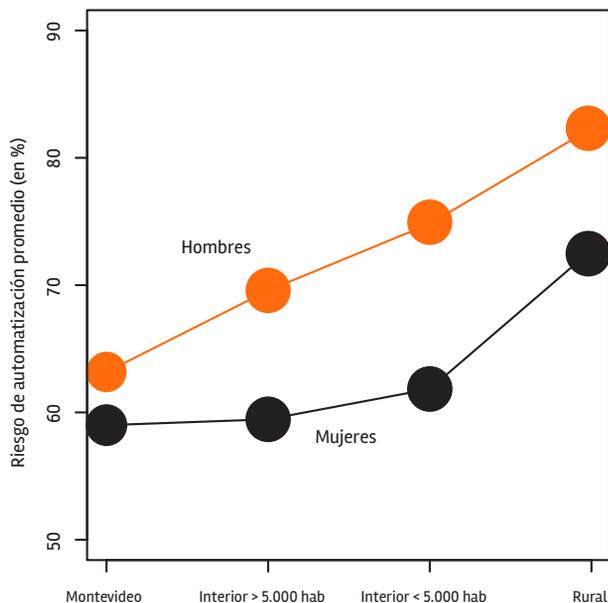
Tabla 6: Riesgo de automatización por localidad (2013-2015)

Tipo de localidad	Riesgo de automatización
Medio rural	79%
Interior, < 5.000 hab	70%
Interior, > 5.000 hab	65%
Montevideo	61%

Fuente: Elaboración propia en base a Frey y Osborne (2013) y ECH (INE)

Esta distinción se hace aún más evidente cuando se desagrega por región y sexo (Gráfico 7), al observar que el riesgo de automatización para mujeres es relativamente similar para todas las categorías, salvo el medio rural, mientras que en los hombres el riesgo va aumentando a medida que disminuye el tamaño de las ciudades, siendo el mayor riesgo en el medio rural.

Gráfico 7: Riesgo de automatización por sexo y localidad (2013-2015)



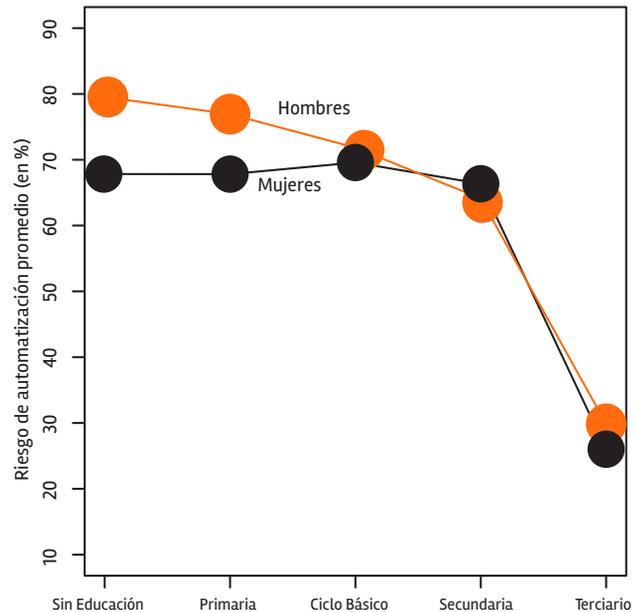
Fuente: Elaboración propia en base a Frey y Osborne (2013) y ECH (INE).

Nota: El tamaño de los puntos recoge el peso de la categoría en la totalidad de las ocupaciones del país.

A nivel de logros educativos los resultados se corresponden con lo que se podía esperar a priori, ya que cuanto mayor es el nivel educativo alcanzado, menor es la probabilidad de que el empleo sea automatizado (Gráfico 8). Para quienes no completaron primer ciclo de secundaria el riesgo de automatización es del 74%, para quienes completaron primer ciclo es de

71%, para quienes completaron el segundo ciclo de secundaria es 65% y para quienes tienen algún año de educación terciaria de 27% (véase Gráfico 8).

Gráfico 8: Riesgo de automatización por sexo y nivel educativo (2013-2015)



Fuente: Elaboración propia en base a Frey y Osborne (2013) y ECH (INE).

Nota: El tamaño de los puntos recoge el peso de la categoría en la totalidad de las ocupaciones del país.

Esta desagregación, sumada a un efecto composición (la proporción de mujeres ocupadas con secundaria completa es mayor que para los hombres) permite explicar las diferencias entre sexos encontradas previamente, como se puede observar en el Gráfico 8. Mientras que el riesgo promedio de automatización es similar para hombres y mujeres con al menos secundaria completa, hay una marcada diferencia entre hombres y mujeres que no han alcanzado dichos niveles.

Los ocupados masculinos con bajo nivel educativo suelen encontrarse en sectores como la construcción, la producción rural o industrial, todos ellos con riesgo alto de automatización, mientras que una mayor proporción de mujeres con bajo nivel educativo se encuentran empleadas en ocupaciones con una estimación de riesgo de automatización mediano, vinculadas a los servicios de limpieza, salud y cuidados.

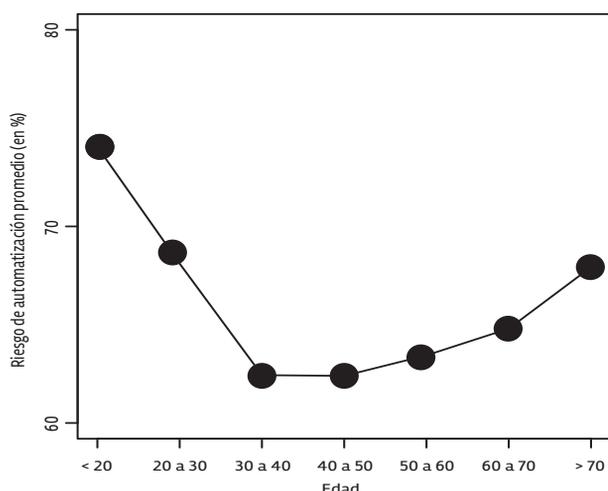
Un resultado interesante es que el riesgo cae muy levemente para quienes tienen primer ciclo de enseñanza secundaria finalizado en relación a quienes solo poseen educación primaria, e igualmente la caída es muy moderada para quienes presentan ba-

chillerato terminado, mientras que el riesgo de automatización es mucho menor para los empleos de aquellos trabajadores que tienen educación terciaria. Una posible hipótesis que ha de seguirse investigando es que esto podría estar indicando que las habilidades obtenidas en la educación secundaria ya no constituirán un salto relevante para desempeñarse en el mercado de trabajo en las próximas décadas y estaría señalando la necesidad de dirigirse hacia la generalización de la educación superior.

La distinción por edades (Gráfico 9) muestra un riesgo diferencial para cada tramo. Mientras que los empleos de aquellas personas menores a 30 años son los que muestran mayor riesgo de automatización, la curva alcanza un mínimo para las edades entre 30 y 50 años, para luego aumentar a medida que se alcanzan tramos de edad más avanzados.

Esto podría explicarse, en primer lugar, porque las posiciones que ocupan quienes ingresaron recientemente al mercado de trabajo requieren en general menor conocimiento específico y no integran la cadena de mando de sus organizaciones. Por otra parte, para aquellas personas de edad superior a 50 años, la menor participación de trabajadores con mayores logros educativos, así como un eventual desfase relativo en la incorporación de tecnología, pueden explicar el mayor riesgo de automatización de sus empleos.

Gráfico 9: Riesgo de automatización por edad (2013-2015)



Fuente: Elaboración propia en base a Frey y Osborne (2013) y ECH (INE).

Nota: El tamaño de los puntos recoge el peso de la categoría en la totalidad de las ocupaciones del país.

Evolución reciente del riesgo de automatización en Uruguay

En esta sección se analiza la evolución reciente del riesgo de automatización para los empleos en localidades de más de 5.000 habitantes²³. Si el riesgo de automatización tiene efectivamente capacidad predictiva, cabría esperar, que a lo largo de un período suficientemente extenso de tiempo, el riesgo de automatización para un país dado decrezca. Esto es así, porque la tecnología iría destruyendo los empleos más automatizables, mientras la creación de empleos se enfocaría en aquellos complementarios con la nueva tecnología.

En el Gráfico 10 se presenta el riesgo de automatización promedio como 3 líneas separadas, cada una de las cuales es estrictamente comparable en sí misma. En los 3 períodos se verifica una caída de al menos 1 punto porcentual del riesgo de automatización.

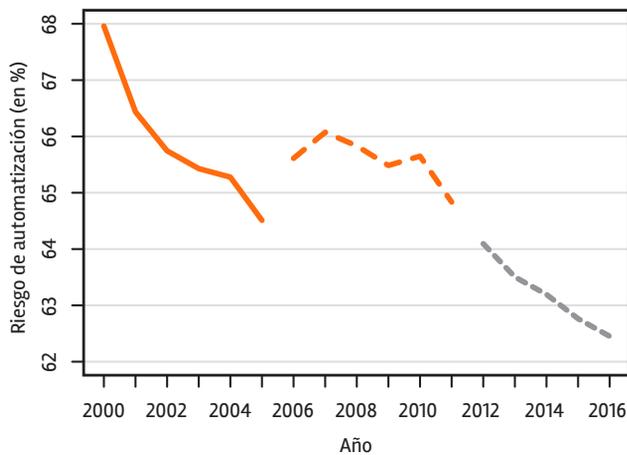
Si se toma la serie completa, existe una tendencia a la baja a la vez que se observa un salto entre 2005 y 2006, que también se verifica considerando solo las observaciones de Montevideo o solo las del interior del país. La evolución punta a punta muestra una caída en el riesgo de automatización de 5,5%, como se suponía, lo que implica que el indicador riesgo de automatización ha tenido capacidad predictiva de la evolución de los empleos uruguayos en el pasado reciente. Además, vale resaltar que la caída en el riesgo de automatización es de una magnitud no despreciable, similar a la que se encuentra entre el riesgo de los empleos en Uruguay y en países de la OCDE.

Otra predicción que se puede desarrollar a partir de este enfoque, es que el riesgo de automatización de los últimos empleos de quienes se encuentran fuera de la fuerza laboral será mayor que el de quienes están corrientemente empleados, ya que al menos alguna proporción de los desempleos debería responder al despido de trabajadores para los cuales es más sencillo el reemplazo por introducción de maquinaria.

Como se puede observar en el Gráfico 11, efectivamente el riesgo de automatización de los últimos empleos de los desocupados es mayor al promedio encontrado para quienes tienen trabajo. Ambas curvas tienen una tendencia similar, con una diferencia consistente de entre 2 y 4% a favor de los empleados.

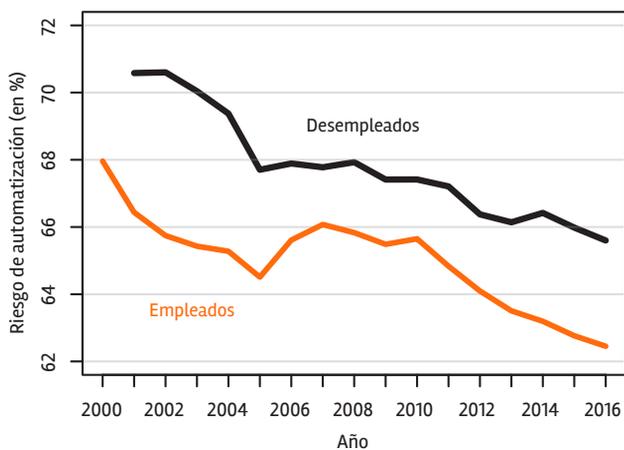
23 A la hora de realizar la comparación entre 2000 y 2016, corresponde hacer dos aclaraciones: en primer lugar este período se corresponde con importantes modificaciones en el ciclo económico del mercado laboral, donde el cambio en los empleos de un año a otro puede responder a factores de corto plazo antes que a los factores de largo plazo que nos interesa relevar. En segundo lugar existen cambios de codificación de las ocupaciones en 2005 y 2011 que pueden afectar la estimación.

Gráfico 10: Riesgo de automatización desde 2000



Fuente: Elaboración propia en base a Frey y Osborne (2013) y ECH (INE).

Gráfico 11: Riesgo de automatización para empleados y últimos trabajos de desempleados

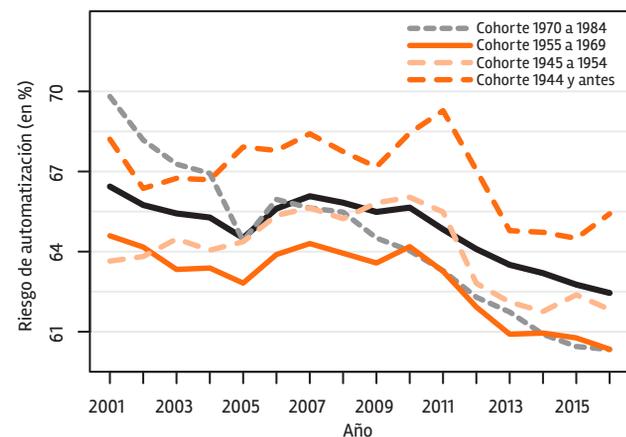


Este resultado, implica por un lado que el riesgo de automatización es predictivo de la posibilidad de encontrarse desempleado y por el otro que a un trabajador que se desempeñe en una tarea con alto riesgo de automatización le será crecientemente difícil encontrar un nuevo trabajo en la misma ocupación si se encontrara desempleado. Estos resultados entonces son coincidentes con otros, previamente señalados, en que la automatización es un fenómeno presente actualmente, y desde hace décadas, en Uruguay. Además, reafirman la utilidad del indicador construido.

En el Gráfico 12 se realiza el análisis en función de las generaciones por las edades de nacimiento de las personas para tratar de observar cuáles son las que explican en mayor medida la caída del riesgo de automatización. Se observa que, si bien todas las co-

hortes muestran una caída en el riesgo de automatización promedio a lo largo del tiempo, éste se da en mayor medida en las generaciones más jóvenes y en particular para la cohorte de nacidos entre los años 1970-84, la cual al comienzo del periodo muestra un riesgo visiblemente superior a los otros ocupados de mayor edad para terminar el periodo con el menor riesgo.

Gráfico 12: Riesgo de automatización por cohorte



Este resultado permite suponer que no existe un ciclo de vida del trabajador en el que éste se va volcando hacia tareas más automatizables una vez que pasa los 50 años, como podría presumirse a partir del Gráfico 9, sino que el riesgo de automatización opera en diferente medida entre generaciones. De esta forma, la cuestión generacional adquiere una posición clave, con cohortes cercanas a la edad de jubilación que pueden encontrarse en mayor riesgo de automatización y cohortes más jóvenes que comienzan su vida laboral en ocupaciones más automatizables pero se adaptan con mayor rapidez obteniendo puestos menos automatizables.

De alguna manera esto señala que los más jóvenes estarían mostrando más herramientas para hacer frente al proceso de automatización, pero no se puede concluir si se trata de herramientas obtenidas en el sistema educativo formal o simplemente son consecuencia de una mayor familiaridad con las nuevas tecnologías.

El debate actual sobre la destrucción de empleo por la automatización

El debate reciente a nivel mundial sobre la amenaza que pesa sobre el empleo debido a la nueva ola de la automatización ha estado fuertemente influenciado por el trabajo de Frey y Osborne cuya aplicación a Uruguay se acaba de presentar. Numerosos estudios, han replicado esta metodología a otros países.

Sin embargo, un trabajo de la OCDE escrito por Arntz *et al.* (2016) detecta dos límites importantes al trabajo de Frey y Osborne: (1) las ocupaciones identificadas con riesgo de automatización incluyen muchas veces tareas difícilmente automatizables; (2) todas las personas dedicadas a la misma ocupación no ejercen necesariamente las mismas tareas. En función de esto, el trabajo de la OCDE propone medir el riesgo de automatización de la tarea y no de la ocupación. Su método les permite medir el riesgo de automatización de cada puesto de trabajo de acuerdo con las tareas que lo componen. Por este método, los investigadores estiman que “solo” 9% de empleos en los Estados Unidos tienen un riesgo elevado de ser automatizado, frente al 47% estimado por Frey y Osborne.

Por otro lado, entre otros trabajos aplicados a países específicos sobre la temática, se encuentra uno de Francia (France Strategie, 2016). Éste, con una metodología más simple que la de Frey y Osborne o de OCDE –utilizando datos del Ministerio de Trabajo sobre la percepción de los propios trabajadores franceses sobre qué tareas aplican en su trabajo– concluye que las ocupaciones con riesgo de automatización en Francia son alrededor de 15% (lejos del 42% obtenido con la metodología de Frey y Osborne). Se concluye que, si bien es cierto que los avances de la digitalización están destruyendo empleos, incluso calificados, no puede aseverarse que la digitalización va a destruir empleo masivamente en el mediano plazo. Por un lado, la automatización de los puestos de trabajo no es una cuestión solo tecnológica, sino también de aceptabilidad social, de organización del trabajo y de rentabilidad económica. Por otro lado, frente al desarrollo digital, las tareas y ocupaciones se transforman. Se concentran en las tareas para las cuales los trabajadores tienen ventajas comparativas sobre los autómatas, en una complementariedad entre la máquina y el hombre, en particular con una mayor necesidad de competencias sociales.

En suma, el debate actual sobre el impacto de la revolución digital en el empleo está lejos de estar saldado. No cabe duda que los avances digitales están amenazando algunas tareas que antes no podían ser automatizadas, pero no parece realista afirmar que se destruirán masivamente empleos. Existe evidencia que muestra que el impacto de la revolución digital sobre el empleo (y sobre los salarios) depende primordialmente del contexto político e institucional que configura la aplicación de la revolución tecnológica. Por ello no hay nada predeterminado por el avance tecnológico. Todo está aún por construirse.

Algunas conclusiones

Como se desarrolló en secciones anteriores, existen fuertes indicios en el sentido de que una nueva ola de automatización productiva está en marcha y sus efectos están siendo y serán muy fuertes. No se trata de la primera vez que un conjunto de innovaciones con enorme potencial productivo y de amplia aplicación a lo largo y ancho del tejido industrial impulsa cambios profundos en los sistemas productivos, modificando las tendencias del crecimiento económico, alterando las relaciones de producción, y poniendo en tensión toda la estructura social. Estos fenómenos, conocidos como revoluciones industriales o tecnológicas son liderados por un conjunto acotado de innovaciones con un poder revolucionario en términos productivos, pero cuyos impactos suelen desbordar ampliamente los límites de la producción y la economía y alterar aspectos sustanciales del funcionamiento social y cultural. En esta oportunidad, esas innovaciones se relacionan al vertiginoso desarrollo de las TIC en las últimas décadas y más recientemente de la bioeconomía y a la convergencia entre ambas.

En este trabajo se han presentado 3 enfoques alternativos y complementarios para evaluar el efecto de la automatización en el mercado laboral uruguayo, tanto mirando hacia el pasado reciente como con una visión prospectiva.

Es claro que el avance de la tecnología ha afectado la composición de los empleos en Uruguay sin que ello haya redundado, al menos hasta el momento, en un avance del desempleo tecnológico. En las últimas décadas los empleos de los uruguayos se han tornado más intensivos en tareas cognitivas, rutinarias y no rutinarias, y menos intensivos en tareas manuales. De esta manera se observa un proceso de adaptación a la automatización.

Esto implicó a la vez el crecimiento en ocupaciones que tienen una clara relación complementaria con la introducción de tecnologías –intensivas en tareas cognitivas no rutinarias– y otras intensivas en tareas cognitivas rutinarias que eventualmente podrían ser reemplazadas por la incorporación de tecnologías en un futuro no muy lejano. Las ocupaciones manuales

vieron disminuido su peso en la estructura de empleo, algo que pudo responder a la vez a factores sectoriales –la caída en el peso de industrias intensivas en mano de obra– como a una respuesta tecnológica de sustitución de empleo en el interior de las cadenas.

Se aplicó, por otra parte, un indicador de riesgo de automatización, el cual brinda una mirada hacia el futuro sobre el potencial de reemplazo de empleo. En ese sentido, se puede ver que el riesgo de automatización de los empleos uruguayos es mayor que lo que se encuentra para países desarrollados, pero presenta una tendencia decreciente en las últimas décadas.

A nivel sectorial es de mayor magnitud en sectores como el agropecuario, el financiero y la elaboración de alimentos y menor en servicios de cuidado, educación y salud, entre otros.

El análisis por nivel educativo y género arroja resultados de interés. Los empleos desempeñados por mujeres tienen en general más intensidad en tareas cognitivas y menor riesgo de automatización.

El mayor nivel educativo está relacionado con el hecho de tener empleos que tienen un menor riesgo de automatización y tienen mayor intensidad de tareas cognitivas no rutinarias, que son complementarias con la introducción de tecnología. Si bien la finalización del nivel secundario supone una ventaja sobre niveles de avance previos, se observa claramente que el salto más grande se da al contar con algún grado de educación terciario.

Este resultado subraya la importancia de mejorar el nivel educativo de la población, especialmente ampliando fuertemente el acceso a educación superior, para aprovechar las oportunidades que brinda el avance tecnológico y que éste no suponga necesariamente una destrucción de empleo neta.

Debe tenerse presente que, como ya se expresó, el proceso de automatización de la producción es de larga data y que sin embargo, hasta ahora no ha provocado una pérdida neta de empleo. Esto es válido a

nivel global y también en Uruguay donde las últimas décadas muestran los mayores niveles de empleo de la historia. Es que además de la pérdida de algunas ocupaciones, el cambio tecnológico también impulsa la creación de otras nuevas. Algunas directamente asociadas al desarrollo o aplicación de los procesos de automatización, como en el caso de los desarrolladores de software y aplicaciones, los técnicos de mantenimiento de equipo sofisticado o los desarrolladores de páginas web para ventas on-line. Y por otro lado, el cambio tecnológico es el principal motor del crecimiento económico, que permite mayores ingresos a la gente que incrementa y diversifica su consumo, dando así un nuevo impulso a industrias tradicionales, como el turismo, el entretenimiento o las comidas fuera del hogar.

Por otra parte, es necesario considerar que históricamente estos profundos cambios productivos generan respuestas del lado de los Estados, alterando las matrices de regulación social para responder a los desafíos generados por las nuevas tecnologías. Cada nuevo “paradigma productivo” fruto de las revoluciones tecnológicas, se asocia con diferentes respuestas de parte de los Estados buscando una regulación social que permita sacar mejor provecho de las potencialidades productivas de la tecnología, a la vez que hacer frente a las consecuencias sociales del mismo. Estas respuestas no son únicas ni están predeterminadas, sino que dependen de aspectos y opciones específicos de cada sociedad. Este informe pretende ser un aporte que impulse esta necesaria discusión en nuestro país.

Desde un punto de vista agregado, la posibilidad, de disminuir fuertemente las necesidades de contratación de mano de obra en múltiples actividades económicas parece sugerir que los efectos de la tecnología de automatización de empleos no son neutros en relación a la asimetría de poder entre capital y trabajo. Esto se explicaría por sus consecuencias en el debilitamiento de las condiciones de organización de los trabajadores y, por tanto, en sus posibilidades de presión. Las connotaciones sociales y distributivas de estos procesos pueden ser profundas.

Pero a un nivel más desagregado, también parece claro que los efectos serán profundos a la interna del empresariado, con sectores altamente amenazados y otros con gran potencial de expandirse; y a la interna de los trabajadores, donde a los sectores más amenazados por el tipo de actividad que realizan y por su formación y capacitación, se contraponen otro contingente, especializado en el desarrollo o manejo de las nuevas tecnologías que podría verse fuertemente beneficiado.

Es necesario plantear un debate sobre el presente y el futuro que incluya a las nuevas tecnologías como parte de la realidad. Desde la Dirección de Planificación se entiende que a largo plazo es conveniente favorecer la incorporación de tecnología a la producción. Esto se explica por los indudables efectos económicos asociados, tales como el incremento de productividad y la producción. Se debe preguntar si, a largo plazo, es socialmente deseable mantener trabajadores en tareas que podrían ser realizadas de forma automatizada, con la contracara de que esos trabajadores no estarán disponibles para desempeñarse en otras actividades, donde generarían riqueza genuina incremental.

Este último aspecto es especialmente importante en Uruguay a la luz de las firmes tendencias demográficas que señalan una caída de la tasa de actividad en pocas décadas más (ver Escenarios Demográficos Uruguay 2050, Serie de divulgación volumen III, Dirección de Planificación 2017), lo que generará la necesidad imperiosa de incrementos de la productividad que compensen ese proceso. Es decir, cada vez más uruguayos serán (al menos en cuanto a su composición etaria) dependientes de ingresos generados por cada vez menos uruguayos activos. Por lo tanto, esa tendencia sólo será sostenible en la medida que la productividad laboral de las personas activas en el mercado laboral sea fuertemente creciente. Se entiende entonces que la situación de Uruguay es cualitativamente diferente de la que pueden enfrentar otras sociedades más jóvenes que deberán afrontar el reto de enormes contingentes de jóvenes que saldrán al mercado de trabajo en las próximas décadas, en un contexto de fuerte inestabilidad laboral. La automatización entonces podría convertirse en un aliado de nuestra sociedad para afrontar este desafío del futuro.

Pero por otro lado, también es indispensable notar que a corto plazo los efectos negativos de estas tendencias laborales, si no son adecuadamente conducidos, pueden tener serios impactos negativos sobre grandes contingentes de trabajadores y sus familias, con impactos directos en el bienestar, la distribución y la cohesión social.

Así, la cuestión central resultante sería cómo habilitar y acompañar procesos de cambio tan profundos en la estructura productiva y en el mercado de trabajo, sin generar incrementos sostenidos en los niveles de desempleo, manteniendo y mejorando las condiciones laborales, y expandiendo el bienestar social a través de sistemas que aseguren una progresiva distribución de los enormes excedentes económicos fruto del progreso técnico, tanto entre

empresarios y trabajadores, como al interior de estos últimos. Y también hacia el Estado, cuyo papel regulador, de la sociedad y la economía y proveedor de servicios sociales que posibiliten la reconversión y reinserción de grandes contingentes de trabajadores, será cada vez más necesario.

Una mirada histórica permite concluir, que a pesar de gigantescas transformaciones productivas sucesivas ocurridas en los últimos dos siglos, nunca existieron tantos empleos a nivel global que los que existen actualmente. Es decir, el efecto positivo de creación de empleos en nuevos sectores o sectores en expansión ha más que compensado la pérdida fruto de la automatización y de industrias que desaparecen.

Así las pistas principales para la adecuada preparación de la sociedad ante estos fenómenos, saldrán de las nuevas industrias y de aquellas en fase de expansión. Por tanto una mirada prospectiva a las industrias estratégicas es fundamental para diseñar lineamientos de políticas productivas y de capacitación con mirada de futuro. En ese sentido la Dirección de Planificación está desarrollando estudios prospectivos en múltiples complejos productivos señalados como estratégicos que darán elementos concretos en este sentido.

Anexo I

Cuatro tipos de tareas

1. **Tareas manuales rutinarias:** se realizan normalmente por los trabajadores con bajo o medio nivel de calificación. Dichas tareas son altamente codificables y reemplazables por la automatización, como por ejemplo los ensambladores y fabricantes manuales
2. **Tareas manuales no rutinarias:** se realizan comúnmente por los trabajadores poco calificados. La realización de estas tareas requiere contar con capacidad de adaptación a la situación, del lenguaje y el reconocimiento visual y la interacción social. Los conductores, trabajadores mineros y de la construcción son ejemplo de ocupaciones que desarrolla intensivamente este tipo de tareas. Estos trabajadores cuentan con una baja probabilidad de ser computarizados, aunque, Frey y Osborne (2013) sugieren que algunas de estas tareas como el transporte y logística y el apoyo administrativo se encuentran en riesgo de ser automatizadas.
3. **Tareas cognitivas rutinarias:** son llevadas a cabo por los trabajadores de calificación media. En algunas ocupaciones, más que en otras, las computadoras podrían ser un factor de producción sustituto, ya que ellas requieren de conjuntos explícitos y repetidos de actividades que pueden ser codificadas por un programa computacional. Las tareas desarrolladas por secretarios, personal de ventas, empleados administrativos y cajeros bancarios, entre otros, se encuentran dentro de este grupo.
4. **Tareas cognitivas no rutinarias:** son realizadas normalmente por trabajadores altamente calificados. Estas tareas, que a menudo se dividen en dos grandes subcategorías tales como **analíticas y de relaciones personales**, requieren del pensamiento abstracto, la creatividad, la capacidad de resolución de problemas y habilidades de comunicación. Las computadoras pueden complementar la realización de estas tareas, incrementando

la productividad de los trabajadores calificados. Estas tareas comúnmente son realizadas por profesionales, tales como gerentes, diseñadores, ingenieros y especialistas en tecnología de la información, profesores, investigadores, entre otros.

Bibliografía

- Acemoglu, D., y Autor, D.H. (2011). “Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings”, *Handbook of labor economics*, 4, 1043–1171.
- Autor D. H. (2013). “The ‘task approach’ to labor markets: an overview”, Discussion Paper No. 7178 January 2013 IZA P.O. Box 7240 53072 Bonn Germany <http://ftp.iza.org/dp7178.pdf> (último acceso 21 agosto 2017)
- Autor D. H. (2014), Polanyi’s Paradox and the Shape of Employment Growth, Working Paper 20485 NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH 1050 Massachusetts Avenue Cambridge, MA 02138 September 2014, <http://www.nber.org/papers/w20485> (último acceso 21 agosto 2017)
- Arntz, M., Gregory, T., y Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social, Employment, and Migration Working Papers*, (189), 0_1. http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5j1z9h56dvq7-en (último acceso 21 agosto 2017)
- Apella, I. y Zunino, G. (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* (11, 2017).
- Banco Mundial (2016). World Development Report 2016: Digital Dividends. Washington, DC: TheWorld Bank.
- Castells, M. (2002). La era de la información. Economía, sociedad y cultura, Siglo XXI, La revolución de la tecnología de la información, Título original: The Information Age: Economy, Society and Culture. Volume I: The Rise of the Network Society. http://www.felsemiotica.org/site/wp-content/uploads/2014/10/LA_SOCIEDAD_RED-Castells-copia.pdf (último acceso 21 agosto 2017).
- Coriat, B. (1982). El Taller y el Cronómetro. Ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa, Siglo Veintiuno Editores
- France Strategie (2016). “ L’effet de l’automatisation sur l’emploi : ce qu’on sait et ce qu’on ignore”, Nicolas Le Ru, La note d`analyse N°49, Julio, <http://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/na-49-automatisation-emploi.pdf>(último acceso 21 agosto 2017).
- Freeman Ch. y Louça F. (2001). As Time Goes by. From the Industrial Revolution to the Information Revolution. Oxford University Press, U.K.
- Frey, C. B., y Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280.
- Gordon R.J. (2016), The Rise and Fall of American Growth: The U.S. Standard of Living since the Civil War, Princeton University Press, U.S.
- Hardy, W., Keister, R., & Lewandowski, P. (2016). Technology or upskilling? Trends in the task composition of jobs in Central and Eastern Europe, IBS Working Paper Series, Institute of Structural Research (IBS). HKUST IEMS Working Paper No. 2016-40, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2886290 (último acceso 21 agosto 2017)
- Munyo, I. (2016). ¿Y por casa cómo andamos?. Revista Escuela de Negocios, Universidad de Montevideo (IEEM), Junio 2016.
- Pérez, C. (2002). Technological Revolutions and Financial Capital, Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Rifkin, J. (1996). Fin del Trabajo. Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era, Edición argentina, Paidós.
- Sachs J. D. (2015). The Age of Sustainable Development, International Growth Centre, public lecture, International Growth Centre, London School of Economics <http://www.lse.ac.uk/Events/Events-Assets/PDF/2015/20150204-Jeff-Sachs-PPT.pdf> (último acceso 21 agosto 2017).



PRESIDENCIA
OFICINA DE PLANEAMIENTO
Y PRESUPUESTO