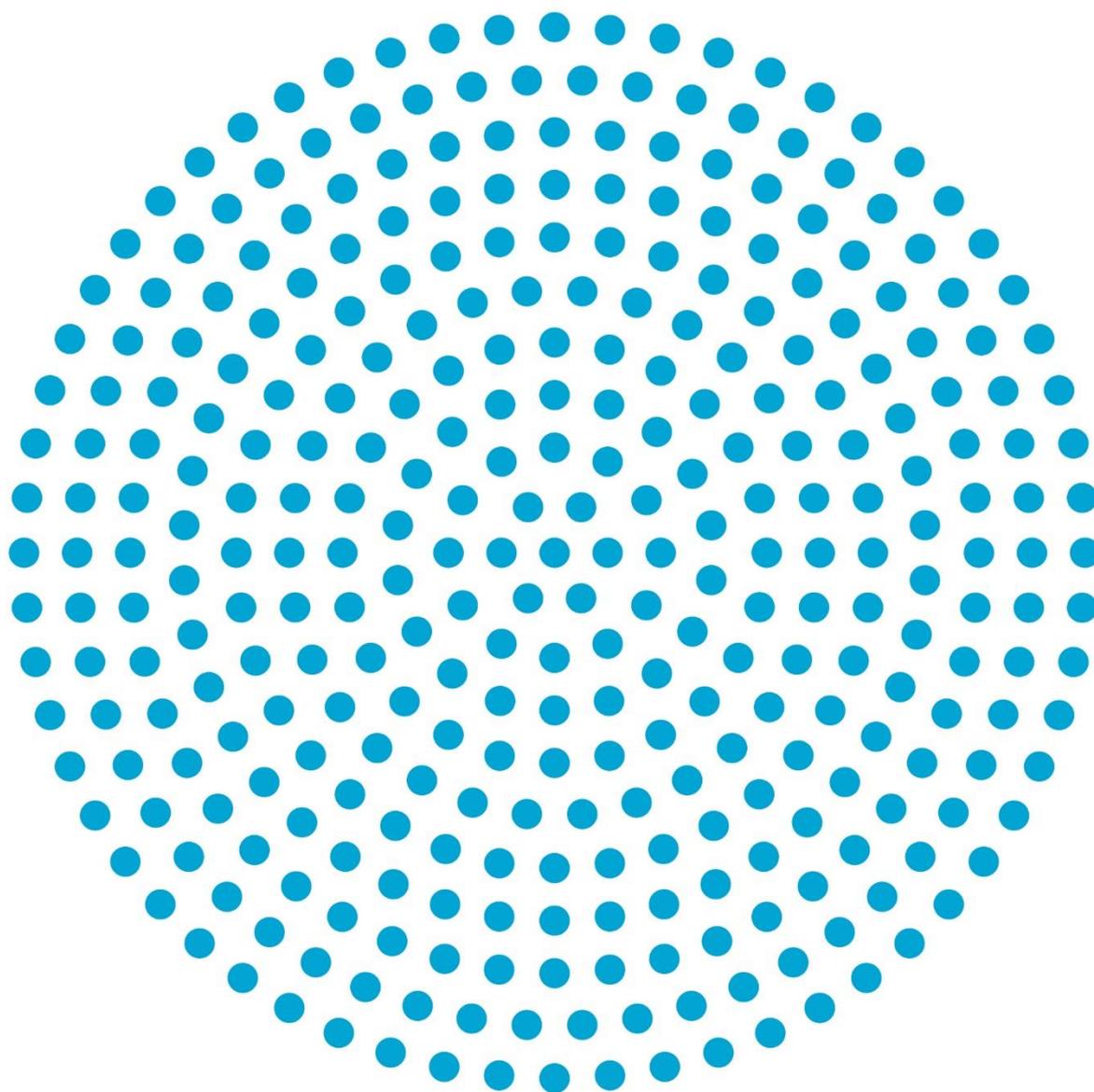


# A la revolución hay que hacerla

## El futuro del trabajo en Argentina frente a la cuarta revolución industrial

Ramiro Albrieu





El uso de un lenguaje que no discrimine, que no reproduzca estereotipos sexistas y que permita visibilizar todos los géneros es una preocupación de quienes trabajaron en este documento. Dado que no hay acuerdo sobre la manera de hacerlo en castellano, se consideraron aquí tres criterios a fines de hacer un uso más justo y preciso del lenguaje: 1) evitar expresiones discriminatorias, 2) visibilizar el género cuando la situación comunicativa y el mensaje lo requieren para una comprensión correcta y, 3) no visibilizarlo cuando no resulta necesario.

## Resumen

---

Como un placer o como una carga, el trabajo ha sido desde siempre un dispositivo central de coordinación entre las personas, asignando roles e identidades diferenciados a los miembros de una comunidad y de esta manera creando un todo orgánico sobre la base de partes diversas dotadas de cierta autonomía. Desde que trabajamos, a su vez, existen máquinas o artefactos: ordenamientos no naturales de elementos del entorno que nos ayudan a cumplir nuestros roles. Nuestra relación con esos ordenamientos artificiales (creados por las personas) no ha sido sencilla, y por ello suele decirse que las máquinas pueden servir tanto de herramientas para construir como de armas para destruir.

El cambio tecnológico ha generado un aumento inédito en el bienestar de las personas, pero también un amplio conjunto de desafíos y problemas: la aparición de ganadores y perdedores, tanto en la dinámica comparada de los países (con las categorías de países “desarrollados” y países “en desarrollo”, o “Norte” y “Sur”) como hacia dentro de los mismos, llevando en muchos casos a una mayor fragmentación en sus estructuras sociales y económicas. La cuestión, entonces pasa por la inclusión: cómo hacer para que la innovación -y por lo tanto los buenos trabajos- llegue a países más postergados; cómo hacer para que no genere desigualdad dentro de los países donde efectivamente existen procesos de innovación. La cuestión pasa por hacer a la innovación tecnológica inclusiva por diseño. Y el mercado de trabajo juega un rol clave al respecto.

Estos debates vuelven a escena porque nos encontramos en las puertas de otro período de cambio tecnológico acelerado. Con los sistemas de Inteligencia Artificial (IA) aparece una nueva apuesta tecnológica por el futuro. Y, al igual que ocurrió con disrupciones similares en el pasado, estas transformaciones disparan preguntas clave: ¿es posible direccionar a la innovación tecnológica para acelerar el crecimiento económico? ¿Puede la IA ser una fuente para construir un futuro con mejores empleos? ¿Qué hacer para que esta vez los beneficios se distribuyan simétricamente?

El *statu quo* no es una opción si Argentina quiere aprovechar la ventana de oportunidad de la cuarta revolución industrial para crear mejores empleos en el futuro. No se trata de una cuestión menor: la población en edad de trabajar, antes que achicarse como en otras partes del mundo, se ampliará en casi 6 millones de personas en las próximas 3 décadas, la mayor parte, mujeres. En Argentina el *statu quo* es uno de fragmentación, desigualdad y bajo dinamismo, que opera además como factor de inmovilidad. No es que el cambio amenace el *statu quo*; es que el *statu quo* impide el cambio y romperlo es clave.

¿Cómo romper el *statu quo* y construir un futuro distinto? Cuatro ejes de política nos permiten pensar el cambio tecnológico y el futuro del trabajo en Argentina para pasar de una situación de fragmentación y bajo dinamismo, a una de cambio tecnológico acelerado e inclusivo.

El primer eje se refiere a la macroeconomía: es imposible construir futuro con una macroeconomía inestable en la medida que representa un entorno complejo para las firmas que quieren estimular el cambio tecnológico, dado que la transformación digital suele ser una apuesta de largo plazo. Las crisis recurrentes operan como un “quiebre” en el horizonte de planificación, con el consecuente acortamiento temporal en la toma de decisiones. No es casual que en países inestables la tasa de inversión sea baja, y que las apuestas de largo aliento sean escasas.

El segundo eje se refiere al ritmo de transformación digital. Es recomendable aprender de lo que otros países están haciendo para acelerar la transformación y desarrollar un

programa nacional de Inteligencia Artificial o de Industria 4.0. Buena parte de los países del mundo ha entendido que el futuro económico se juega hoy, en los esquemas de política actuales para promover el mayor uso de tecnologías que explotan los patrones emergentes de los datos. Allí hay mucho que aprender y adaptar para el caso argentino.

El tercer eje de políticas se refiere a la formación de capital humano. Así, la primera recomendación de política pública es expandir la cobertura de la formación en primera infancia, donde se forja buena parte de las denominadas habilidades blandas. Menos del 10% de los niños y niñas menores de 5 años de Argentina concurre a una institución educativa. La segunda recomendación se refiere a la educación formal posterior a la primera infancia. Allí urge mejorar la calidad de la educación básica para poder incorporar habilidades y conocimientos generales más avanzados, muchos de ellos de naturaleza digital. Por último está el tema del aprendizaje a lo largo de la vida. Las empresas dinámicas y de cierto tamaño se permiten diseñar mecanismos *in-house* para readaptar habilidades, pero ello no es usual fuera de este grupo selecto. Por eso hay que fomentar a la educación técnica y profesional; sumándole el hecho de que estas instancias tienen que ser rediseñadas para hacerlas más inclusivas.

El último eje se refiere al entorno regulatorio requerido para los trabajos del futuro. De la narrativa global se desprende que, frente a la ruptura del modelo de la gran factoría productiva se hace necesario moverse a esquemas más flexibles, y que pongan el foco en la persona y no en el puesto de trabajo. Esto implica buscar mecanismos alternativos para administrar los riesgos laborales más acuciantes, y quizás en un futuro no tan lejano, separar la administración de los riesgos de los hogares (en particular las grandes pérdidas) de la relación laboral.

## Presentación

---

Este documento se enmarca en un proyecto del Programa de Desarrollo Económico que busca entender las oportunidades y desafíos de la economía argentina para generar trabajos de calidad en el mediano plazo. La información que reúne esta publicación es producto del trabajo que el Programa viene llevando a cabo desde el año 2018.

## Índice

1. No es un Golem, es un quipu .....	6
2. Época de hilado: es momento de construir futuro .....	7
3. Nuevas tonalidades y colores: en puertas de una nueva revolución tecnológica.....	14
4. Trabajando en el entramado: la cuestión de la inclusión .....	25
5. Olvidando al Golem, hilando el quipu. Políticas para hacer la revolución, y que sea inclusiva .....	36
Bibliografía .....	41
Acerca del autor .....	44

## Índice de figuras

FIGURA 1. El descalce entre la innovación tecnológica y la capacidad de adaptación de la sociedad	9
FIGURA 2. Cambio tecnológico y empleo: la secuencia de tres partes representada a través de un quipu	10
FIGURA 3. Quipu(s): la amplitud cromática como indicador de innovación	11
FIGURA 4. Quipu(s): el entramado como indicador de inclusión	13
FIGURA 5. Componentes de los sistemas de Inteligencia Artificial	16
FIGURA 6. El futuro: la actividad económica como un ordenamiento cambiante de datos	19
FIGURA 7. Proyección de tasas de crecimiento del PBI por escenario (2018-2028)	20
FIGURA 8. Innovación y conectividad con mercados globales	21
FIGURA 9. Tecnologías por generación tecnológica y área funcional	22
FIGURA 10. Firmas según tecnología y área funcional (en porcentaje)	22
FIGURA 11. Acciones referidas al cambio tecnológico por área funcional	24
FIGURA 12. Distribución de las empresas manufactureras por grupos de conducta tecnológica	25
FIGURA 13. La nueva división de tareas entre máquinas y personas	30
FIGURA 14. Períodos sensitivos para el estímulo del desarrollo cognitivo.	32
FIGURA 15. Tasa de matriculación según edad simple de 0 a 5 años (2016)	33
FIGURA 16. Resultados de cohorte teórica en el nivel secundario de la educación común (2017-2018).	34
FIGURA 17. Esfuerzo de readaptación de habilidades de los mercados de trabajo.	35
FIGURA 18. Respuestas "muy importante", por tecnologías y grupos (últimos 2 años) (en porcentaje)	36
FIGURA 19. El quipu a construir en Argentina: de bajo dinamismo y desigualdad a alto dinamismo e inclusión	37

## 1. No es un Golem, es un quipu

Como un placer o como una carga, el trabajo ha sido desde siempre un dispositivo central de coordinación entre las personas, asignando roles e identidades diferenciados a los miembros de una comunidad y de esta manera creando un todo orgánico sobre la base de partes diversas dotadas de cierta autonomía. Buena parte de esos roles se define por lo que llamamos “trabajo”. Desde que trabajamos, a su vez, existen máquinas o artefactos: ordenamientos no naturales de elementos del entorno que nos ayudan a cumplir nuestros roles. Nuestra relación con esos ordenamientos artificiales (creados por las personas) no ha sido sencilla, y por ello suele decirse que las máquinas pueden servir tanto de herramientas para construir como de armas para destruir.

Uno de los principales miedos o ansiedades asociados a “la máquina” es la potencialidad para replicar enteramente la capacidad física y cognitiva de los seres humanos, o incluso sobrepasarla. El Golem de la tradición judía se inscribe en una larga lista de narrativas que dan cuenta de esos miedos, narrativas ya milenarias pero que se han multiplicado en el siglo XX luego de la segunda guerra mundial, con la aparición de una rama de la ciencia dedicada a la inteligencia artificial. ¿Qué roles les quedan a las personas si esos miedos se confirman? ¿Estamos, como muchos analistas alarman, en las puertas de la obsolescencia a gran escala de las personas en los procesos productivos? Son preguntas que demarcan el terreno de discusión actual sobre los alcances de los rápidos cambios tecnológicos que estamos observando día a día en nuestra vida cotidiana y en nuestros puestos de trabajo.

Si miramos al pasado vemos que estos miedos milenarios de obsolescencia humana a gran escala no se han confirmado en la realidad. En cambio, las tecnologías y artefactos que fuimos elaborando han dotado a las sociedades de una mayor agencia para cambiar el presente y diseñar el futuro. Y han llevado a mejoras en el bienestar económico y social inimaginables en el pasado; de hecho, como resalta Robert Nisbet (1994), la palabra “progreso” como hoy la entendemos es inseparable de la secuencia de innovaciones tecnológicas de los últimos siglos (ni hablar de “crecimiento económico”, un invento propio del siglo XX). Es la inventiva en la creación de nuevos artefactos y máquinas la que ha estado detrás de las mejoras de bienestar, salarios reales, manejo de riesgos, y condiciones laborales que hoy nos parecen obvias o inevitables.

Sin embargo, el cambio tecnológico ha generado otro tipo de desafíos y problemas. Si bien la innovación tecnológica dio lugar a aumentos generalizados en el bienestar y mejores empleos, también aparecieron ganadores y perdedores, tanto en la dinámica comparada de los países (con las categorías de países “desarrollados” y países “en desarrollo”, o “Norte” y “Sur”) como hacia dentro de los mismos, llevando en muchos casos a una mayor fragmentación en sus estructuras sociales y económicas. La cuestión, entonces pasa por la inclusión: cómo hacer para que la innovación -y, por lo tanto, los buenos trabajos- llegue a países más postergados; cómo hacer para que no incremente la desigualdad dentro de los países donde efectivamente existen procesos de innovación. La cuestión pasa por hacer a la innovación tecnológica inclusiva por diseño. Y el mercado de trabajo juega un rol clave al respecto.

La imagen que mejor representa la relación entre el cambio tecnológico y el futuro del trabajo no es entonces la del Golem, sino la de un khipu o quipu. El quipu es una tecnología de hilado desarrollada por las comunidades andinas precolombinas con el objetivo de almacenar información de distinto tipo (tanto numérica como relatos narrativos y registro de eventos) para luego tomar decisiones a partir de ella. El parecido con los sistemas de inteligencia artificial que discutiremos en este documento es asombroso: en ambos la información contenida es de la codificación binaria y en ambos se busca una imagen o idea general sobre la base de la recopilación de datos y no de opiniones de expertos o personas con sesgos e intereses.

Nuestra analogía pretende ir un poco más allá: se trata de representar cómo podemos direccionar el cambio tecnológico para lograr mercados de trabajo que sean al mismo tiempo dinámicos e inclusivos. Un quipu puede ser entendido como una construcción colectiva y también como una memoria de lo que una sociedad puede lograr. En ese sentido el quipu nos puede decir en qué medida se está aprovechando la ventana de oportunidad que abre el cambio tecnológico para mejorar los trabajos, y de allí el bienestar de las personas. La cohesión es central en el quipu: los cordeles que lo componen contienen información propia pero no pueden ser leídos o entendidos por separado: son siempre partes de un todo orgánico. La innovación también es parte central del quipu: la adición de distintos colores o tonalidades da cuenta de las innovaciones (un nuevo hilo en amarillo, por ejemplo, nos dirá que ha aparecido el oro) y ello obliga a una relectura del quipu completo: el sistema entero ha cambiado. Desde el prisma incaico, entonces, el dinamismo y la cohesión de una comunidad podían leerse de su quipu. Y no hay dos quipus iguales, como tampoco “camino al éxito” para el desarrollo de los países.

Con la imagen de quipu en mente, dividimos lo que resta del documento en cuatro secciones. En la primera presentamos nuestro esquema de análisis, dejando en claro por qué creemos que es momento de suspender el cortoplacismo y ocuparnos de construir futuro. En la segunda nos ocupamos de la innovación tecnológica y la reconfiguración de los roles para personas y máquinas en el proceso productivo, destacando allí los principales rasgos del cambio tecnológico actual a nivel global y su correlato en Argentina. En la tercera nos preguntamos: ¿cuáles son los desafíos tecnológicos para hacer a la innovación inclusiva? Sobre el final reflexionamos sobre los espacios para que la política pública colabore en la construcción de un futuro dinámico e inclusivo, con mejores empleos para todos y todas.

## 2. Época de hilado: es momento de construir futuro

¿Es exagerado asimilar períodos de cambio tecnológico acelerado con ventanas de oportunidad para mejorar en forma permanente los trabajos, y de allí el bienestar de las personas? Después de todo -pensará una lectora escéptica-, los Sapiens estamos en la tierra hace unos 200 mil o 300 mil años, evolucionando, moviéndonos y adaptándonos a los desafíos, y en este documento hablamos apenas de lo ocurrido en los últimos siglos con la secuencia de revoluciones “industriales” iniciada con la máquina de vapor de Thomas Newcomen. Sin embargo, desde esta perspectiva de largo plazo es que se aprecia con mayor claridad lo excepcional del último 1% de la vida de los Sapiens en la tierra. Hasta hace unos 300 años no existía el crecimiento económico sostenido: las mejoras en las condiciones de unos suponían el empeoramiento en las condiciones de otros. Los países, ciudades o imperios peleaban por un stock relativamente fijo de recursos, buscando expandir fronteras y enriquecerse a costa de empobrecer a los vecinos. Todo eso cambió con la primera revolución industrial: ahora era posible obtener una mayor cantidad de bienes con los mismos recursos. Como estudio el economista Nathan Rosenberg, innovaciones organizativas -como la aparición de la gran fábrica- y de comercio -la división internacional del trabajo- fueron importantes al respecto, pero el rol de la innovación tecnológica fue central (Rosenberg y Birdsell, 1987). La relación entre innovación tecnológica y bienestar colectivo se hizo más estrecha en la primera mitad del siglo XX con la aparición de la electricidad, el consumo masivo y el Estado direccionando el cambio, y se potenció con las TICs a fines del siglo XX y principios del siglo XXI, cuando de la mano de las nuevas tecnologías digitales la proporción de la población asiática que vivía con menos de 1.9 dólares al día pasó de 50% a menos del 10%.

La relación entre la innovación tecnológica, por un lado, y el crecimiento económico y las mejoras de bienestar, por el otro, va más allá: se conectan a través de la idea relativamente reciente de que como sociedad podemos crear o manufacturar nuestro propio futuro. Si bien puede resultar un poco vaga, no es una idea menor: de allí nace el impulso a la innovación y al cambio. Como señaló Wendell Bell (2004) en su “Fundamentos de Estudios del Futuro”, con la llegada de la revolución industrial las visiones sobre “mundos mejores” mutaron en substancia, de reflejar otros lugares en un mismo tiempo a hablar de otros tiempos para un mismo lugar. Ya no se trataba de fantasear con explorar mundos distantes sino de imaginar futuros posibles, distintos a la realidad cotidiana. Y no sólo de imaginarlos: el presente podía ser modificado por nuestras acciones para que, de todos los futuros posibles, llegemos a uno mejor.

Con este cambio de perspectiva también aparecieron las visiones sobre “futuros peores”, donde el accionar humano alteraba el *statu quo* no para mejorar el presente sino todo lo contrario. Pero tanto utopías como distopías comenzaron a confluir en algo: para bien o para mal, la tecnología otorgaba una mayor agencia a las sociedades para manufacturar su propio futuro. Es en este contexto que la ex directora de la World Future Studies Federation, Jennifer Gidley, llama a la revolución industrial “la primera gran apuesta tecnológica por el futuro” (Gidley, 2017).

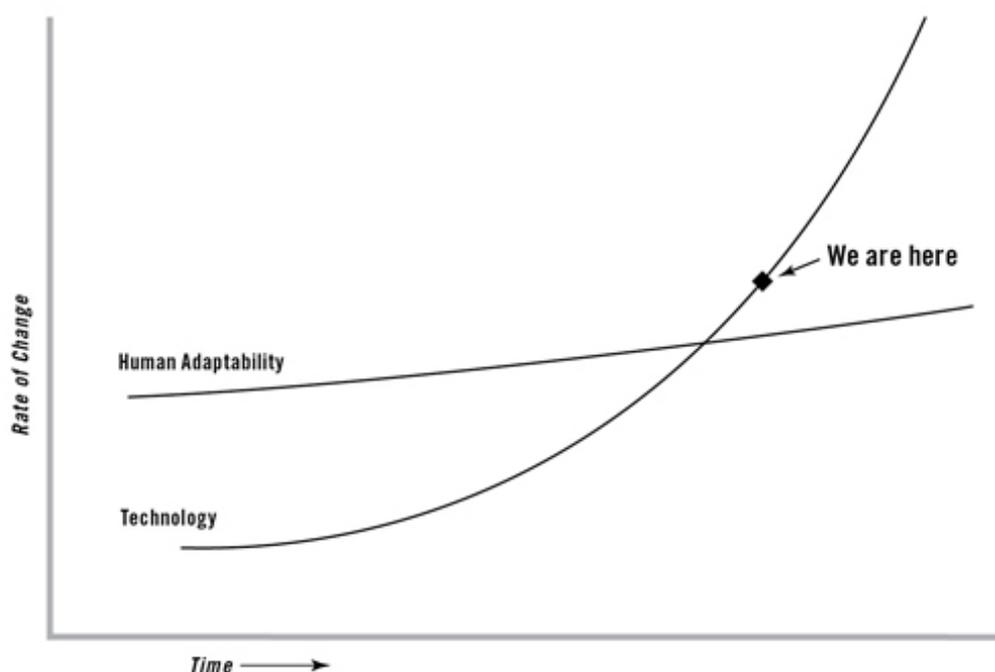
Con los sistemas de Inteligencia Artificial (IA) aparece una nueva apuesta tecnológica por el futuro. Y, como ocurrió con disrupciones similares en el pasado, estas transformaciones disparan preguntas clave: ¿es posible direccionar a la innovación tecnológica para acelerar el crecimiento económico? ¿Puede la IA ser una fuente para construir un futuro con mejores empleos y ganancias permanentes de bienestar? ¿Qué hacer para que esta vez los beneficios se distribuyan simétricamente?

La alta dosis de innovación y la consecuente ruptura con respecto al pasado dan pistas de que difícilmente los comportamientos e instituciones del *statu quo* (que explican el set actual de sistemas de aprendizaje, políticas sociales y de protección social y prácticas organizacionales en las empresas) estén a la altura del desafío. La respuesta a esas preguntas sería entonces un “sí, siempre que adaptemos los comportamientos y las instituciones”. En cualquier caso, no se trata de algo sencillo; el aprendizaje sobre potenciales usos y posibles riesgos de la utilización de una tecnología es una construcción social que necesita experiencia y lleva tiempo.

Este posible descalce o asincronía entre el rápido cambio tecnológico y la algo más lenta adaptabilidad de instituciones y comportamientos para aprovecharlo no es un tema nuevo: era llamado “el rezago cultural” a principios del siglo XX. El sociólogo norteamericano William F. Ogburn fue un pionero en estudiar al cambio social con foco en las innovaciones tecnológicas como elementos disruptivos que luego son absorbidos por la sociedad a medida que esta altera su sistema de instituciones y comportamientos. Esta adaptación direcciona el cambio tecnológico, decía Ogburn, y en su éxito o fracaso se jugará la suerte de su impacto distributivo (Ogburn, 1922).

Hace algunos años, el CEO de Google X (hoy “X”) Eric “Astro” Teller ilustró esta tensión entre el fuerte dinamismo tecnológico y la relativa inercia social en la **Figura 1** que se exhibe a continuación (Friedman, 2016). Se refería, claro, a las innovaciones asociadas al uso de grandes bases de datos para la toma de decisiones, lo que aquí asociamos con la IA. En la figura aparecen dos curvas: la del cambio tecnológico y la de la capacidad de adaptación y de absorción de ideas de la sociedad. Las dos tienen pendiente positiva: tanto el ritmo de innovación tecnológica como el de la capacidad de adaptación de la sociedad han crecido con el tiempo. El primero por la naturaleza incremental de las revoluciones industriales; el segundo porque en los últimos siglos hemos diseñado mecanismos de adaptación al cambio mucho más dinámicos que los que lentamente va moldeando la evolución (el sistema educativo a gran escala es el principal dispositivo para esto). Sin embargo, esto es clave, el esquema de instituciones y comportamientos se mueve más lento que el ritmo de innovación tecnológica.

FIGURA 1. El descalce entre la innovación tecnológica y la capacidad de adaptación de la sociedad



Fuente: Friedman (2016)

En este contexto incierto, está ganando consenso una narrativa global sobre cómo estas nuevas tecnologías pueden dar forma a los mercados laborales en el futuro cercano (ver por ejemplo FMI, 2018 y MIT 2020).

Según esta narrativa, la adopción generalizada de máquinas más inteligentes y más baratas es inevitable, y ello perturbará a los mercados laborales a través de dos fuerzas. En primer lugar, se crearán nuevas oportunidades de empleo, particularmente en el conjunto de tareas que complementan y aumentan el poder de estas tecnologías, lo cual abarca tanto a sectores enteros -como software- como a actividades específicas a lo largo de todos los sectores -como el diseño y comercialización-. En segundo lugar, amenazará los trabajos que implican tareas que quedarán obsoletas debido a la adopción de las nuevas tecnologías, lo cual -de nuevo- afectará a sectores enteros (como la maquila manufacturera) y a trabajos a lo largo de toda la economía (como el procesamiento de información). Se espera que los niveles de empleo y la remuneración relativa a las habilidades para hacer esas tareas disminuyan para estos trabajos.

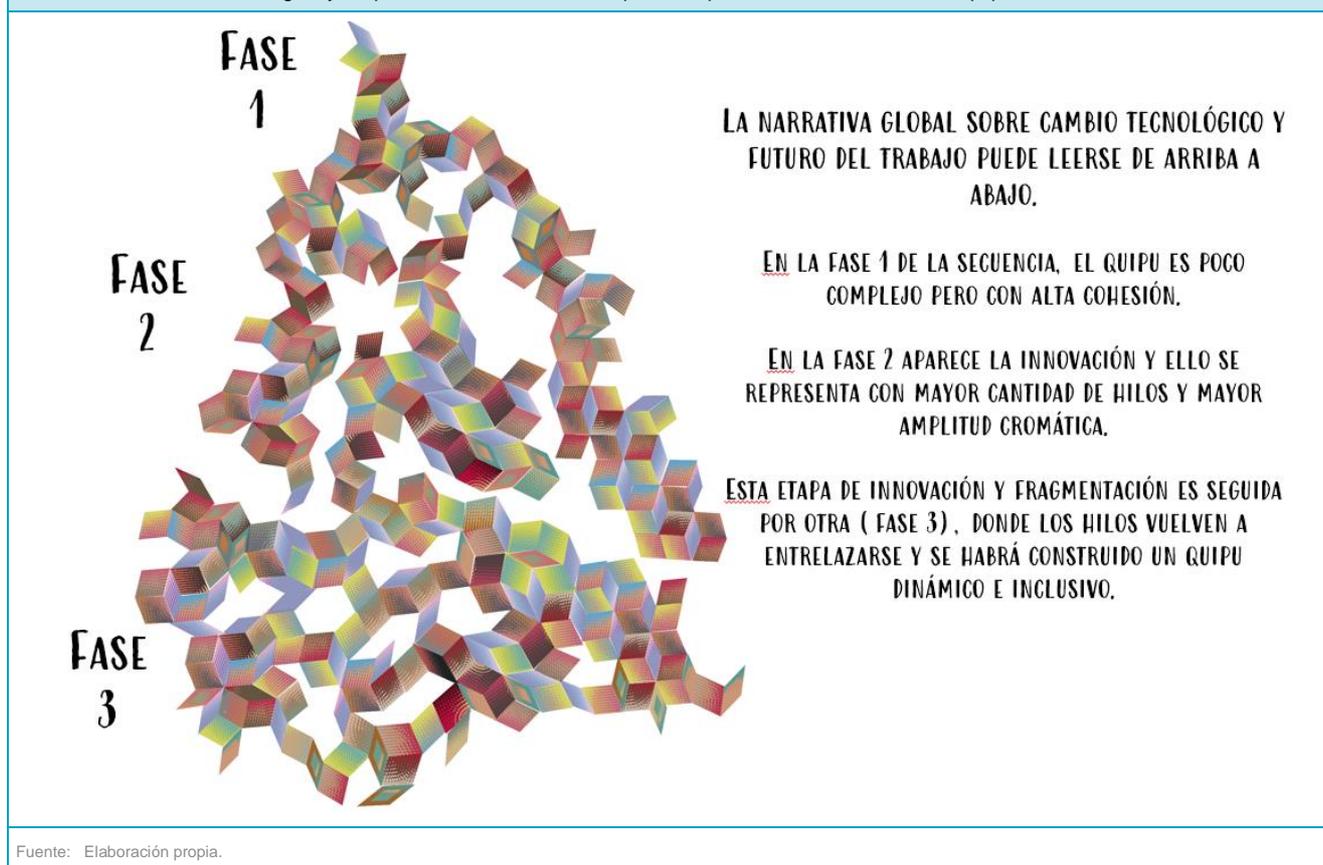
Si la historia sirve de guía, continúa la narrativa, en el largo plazo el efecto positivo primará por sobre el negativo de manera que tanto el empleo como los salarios reales aumentarán gracias a la IA. Si bien las institucionales laborales deberán modificarse para permitir interacciones más flexibles y el cambio tecnológico generará fricciones en términos de disparidades de ingresos y pérdida de valor de ciertas habilidades, los efectos nocivos son de naturaleza transitoria. Eventualmente se logrará un nuevo equilibrio basado en una consistencia entre las nuevas tecnologías y las nuevas habilidades requeridas para utilizarlas.

La analogía del quipu puede adaptarse aquí para representar la secuencia de esta narrativa (**Figura 2**). El quipu inicial tiene una amplia variedad cromática, lo cual nos dice en este contexto que se trata de una sociedad innovativa y dinámica. El quipu inicial nos cuenta también sobre una sociedad inclusiva: hay pocos hilos sueltos. La

innovación tecnológica puede ser representada por nuevos hilados que modifican el quipu: aparecen en estas extensiones tonalidades antes desconocidas, y el quipu como un todo se modifica. Pero estos hilos no logran entrelazarse entre sí con facilidad, dando cuenta de que hay fricciones para hacer a la innovación inclusiva a amplios sectores de la población. En esta segunda fase el quipu se expande entonces sobre la base de la innovación, pero también alimenta la exclusión y la fragmentación. Con el tiempo aparece la tercera fase de la secuencia: los nuevos hilos, antes sueltos, comienzan a entrelazarse y el entramado se hace más rico y complejo. Un quipu distinto al inicial, con una amplia variedad cromática y de nudos entre los cordeles, se habrá creado.

¿Es esa secuencia de construcción del quipu el futuro asegurado e inevitable para el mercado laboral argentino de la mano de la IA? Dicho de una manera más general: ¿es la narrativa que contamos anteriormente válida para cualquier contexto y lugar? El cambio tecnológico que genera revoluciones es un cambio que excede a lo tecnológico; es un cambio social. Por ello las respuestas debe ser contestadas con evidencia sobre cada contexto social, con las diferencias y similitudes que los múltiples contextos contengan. Por lo pronto, dos elementos ayudan a pensar que difícilmente una única narrativa de cuenta de las oportunidades y desafíos que en el mundo laboral abre la IA para contextos tan disímiles como los que se viven en Roma, Goa o Quito.

FIGURA 2. Cambio tecnológico y empleo: la secuencia de tres partes representada a través de un quipu



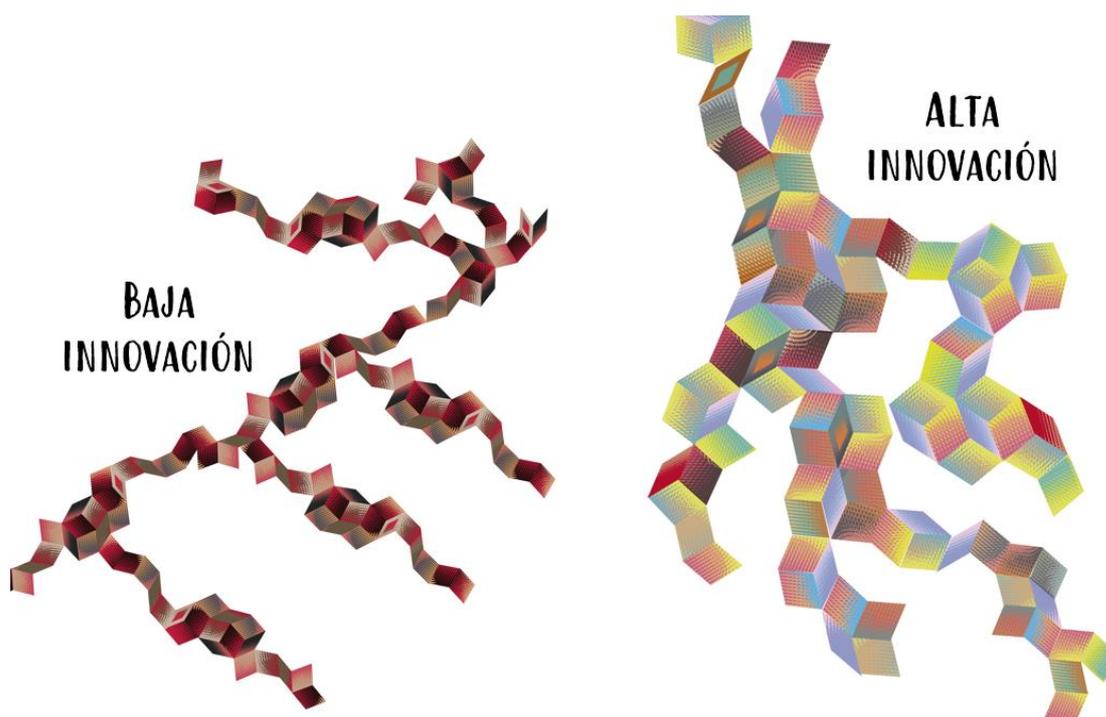
El primero es que la innovación tecnológica no ocurre en forma uniforme a lo largo de los países. Con cada nuevo invento se intenta cumplir un objetivo preciso en un contexto específico, y nada asegura que ese invento será útil para contextos y problemas distintos a los que lo motivaron. Si a esto lo agregamos que, como señalan Uwe Deichman y Deepak Mishra (2019), los objetivos y contextos de las innovaciones

se concentran en aquellos segmentos de la población que tienen voz, riqueza, y habilidades previamente adquiridas, entonces aún tratándose de una tecnología de usos múltiples, el propio diseño de la tecnología determinará un umbral de inclusión (o, como complemento, de exclusión).

De hecho, la historia de progreso que contamos antes es propia de los países ricos; desde una perspectiva global los periodos de aparición de tecnologías disruptivas también fueron fases de grandes bifurcaciones en los ingresos laborales, la productividad y el bienestar entre los países, esto es, la aparición de ganadores y perdedores a nivel mundial. Como señaló Lant Pritchett hace ya varias décadas, la historia de los últimos 300 años es una de divergencia en términos de crecimiento y bienestar, entre un puñado de países que lideraron los cambios y se adelantaron, y otro amplio conjunto que se rezagó en términos relativos.

Esta heterogeneidad en términos de dinamismo e innovación daría lugar a quipus bien distintos, como se observa en la **Figura 3**. A la derecha contamos la historia de una sociedad altamente innovadora, y ello se observa en la amplia variedad cromática en su quipu. A la izquierda aparece su reverso: una sociedad de baja capacidad innovadora, donde “lo nuevo” que va emergiendo se parece mucho a “lo viejo”, lo pre-existente.

FIGURA 3. Qhipu(s): la amplitud cromática como indicador de innovación



Fuente: Elaboración propia.

El segundo elemento para pensar que no hay uno sino múltiples futuros para los mercados de trabajo frente al cambio tecnológico es que el stock de factores no tecnológicos que se requieren para implementar una innovación o invento también se distribuye asimétricamente. Si esos factores no están disponibles, el cambio tecnológico se direccionará hacia sustituirlos antes que complementarlos. Esto es particularmente cierto en el caso de las habilidades que aportan las personas al proceso

productivo: si existen, las elecciones tecnológicas buscarán potenciarlas; si escasean, las elecciones tecnológicas se concentrarán en la automatización de procesos. Ello implica que existirán innovaciones inclusivas y otras que generarán fragmentación.

La historia también sirve de guía para resaltar la importancia de las habilidades en hacer inclusivo al cambio tecnológico. Cuando apareció la máquina de vapor, y con ello el trabajo mecanizado en la fábrica, el principal objetivo de las nuevas soluciones tecnológicas era estandarizar los productos y de esta manera reducir la demanda de trabajadores de alta calificación. Los artesanos eran los principales perjudicados porque se veían desplazados por trabajadores de escasa calificación, que por supuesto recibían retribuciones menores bajo peores condiciones de contratación. No es casual que circa 1830 en la industria textil inglesa -uno de los sectores dinámicos de la primera revolución industrial- alrededor de la mitad de las personas ocupadas eran niños y niñas, y en la industria del carbón, alrededor de un 30%. Tampoco es casual que en ese período hayan surgido las ideas de Karl Marx y Friedrich Engels sobre el impacto distributivo regresivo que puede generar el progreso: la productividad subió como nunca antes en la historia, pero los salarios reales se estancaron<sup>1</sup>.

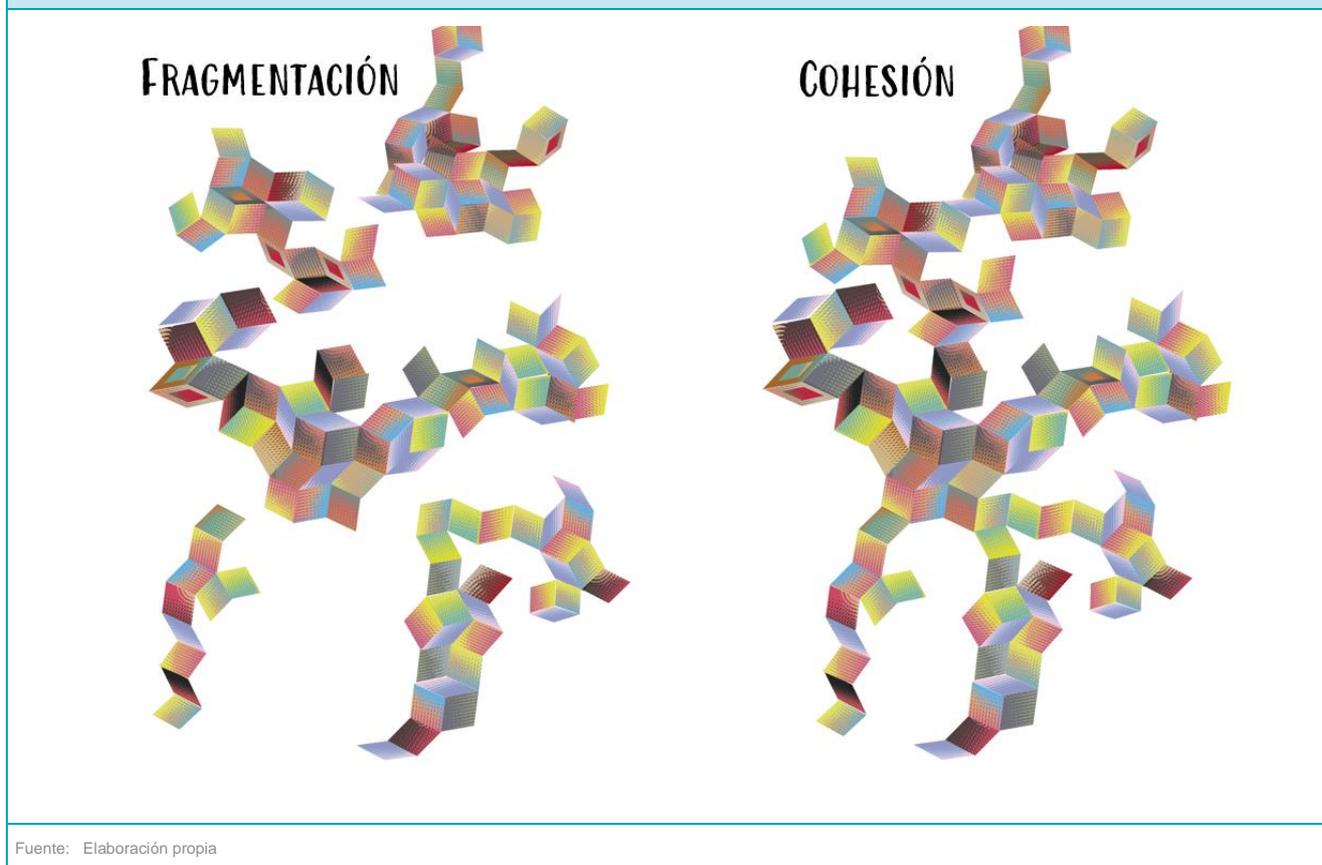
Cuando en los comienzos del siglo XX apareció la electricidad, la secuencia de innovaciones tecnológicas en Estados Unidos -nuevo centro económico global- dio lugar a otro tipo de interacción entre máquinas y personas. Detrás de ese cambio estuvo una inédita inversión colectiva en capital humano. De acuerdo a los datos de Robert Barro y Jong-Wha Lee, la tasa de matriculación secundaria en los países de altos ingresos pasó del 7% en 1910 al 65% en 1970, y la de matriculación terciaria, de 1% a 25%. La complementariedad entre las innovaciones tecnológicas y las educativas mejoró las condiciones laborales y salariales, y dejó los miedos sobre la automatización para la ciencia ficción o historias de futuros bien lejanos. Lawrence Katz y Claudia Goldin resaltan cómo esa complementariedad entre el impulso al desarrollo cognitivo social y los cambios tecnológicos estaban detrás del milagro norteamericano: “la estrategia educativa norteamericana fue crítica para explicar su dinamismo tecnológico, el rápido crecimiento económico y la mejora en la distribución del ingreso, asimilación de grandes masas de inmigración y la transición a una educación secundaria masiva” (Goldin y Katz, 2008: 12).

En suma, el cambio tecnológico da lugar a multiplicidad de futuros: incluso para sociedades igualmente innovadoras, el resultado en términos de cohesión e inclusión puede ser bien distinto. Los quipus de la **Figura 4** ilustran estas diferencias. Con similar amplitud cromática, el quipu de la izquierda presenta una amplia cantidad de hilos sueltos (o islas) mientras que en el de la derecha el entramado es mucho más rico.

¿Dónde ubicamos a la Argentina actual en esta discusión? ¿Qué tipo de narrativa debemos contar para aproximarnos a las oportunidades y desafíos que abre la IA para los trabajos del futuro en nuestro país? A contestar estas preguntas dedicaremos las secciones siguientes. Sin embargo, *spoilearemos* en parte de la respuesta en los últimos dos párrafos de esta sección (aquellos no afectados a los spoilers pueden saltar a la sección siguiente).

<sup>1</sup> Sobre la evolución del bienestar en la primera revolución industrial y la Pausa de Engels véase Allen (2009).

FIGURA 4. Quipu(s): el entramado como indicador de inclusión



La idea de multiplicidad de futuros posibles para el mercado laboral rondaba nuestras cabezas en 2018, cuando esa desconexión era evidente: Argentina volvía a caer en una crisis económica y al mismo tiempo ya era evidente que la IA tenía altas chances de convertirse en una tecnología altamente disruptiva. Haciendo un ejercicio de prospectiva tecnológica para Argentina con un horizonte de una década, le preguntamos a especialistas de diversas áreas sobre futuros posibles para la innovación y para la inclusión (Albrieu y Rapetti 2018). Para ganar en perspectiva lo hicimos en conjunto con equipos de investigación de otras regiones del mundo, y luego comparamos notas y conclusiones.

¿Qué encontramos? Cuatro de cada diez participantes contestó que iremos hacia un mundo consistente con la narrativa global. En contraste, una mayoría concluyó que la inercia y el *statu quo* nos deriva en otro futuro para el mundo laboral argentino, más parecido a los rasgos de la situación actual. Algunas personas señalaron que la innovación tecnológica irá más lento que en otros países, otras que la readaptación de habilidades es demasiado compleja para nuestro sistema de aprendizaje y están las que dicen que ocurrirán ambas cosas, de manera que el futuro podría ser uno de tecnologías y habilidades antiguas, con fuertes efectos nocivos para el crecimiento y el bienestar. Casi todos coincidían en que el *statu quo* nos llevaría a una mayor fragmentación. En cierto sentido, seis de cada diez participantes nos estaban diciendo lo que Irwin Corey dijo tiempo atrás: si no cambiamos de dirección pronto, vamos a terminar exactamente adonde estamos yendo.

El panorama es más complejo por una cuestión más profunda: la sociedad dejó de pensar en el futuro. Hace algo más de una década, el curador Rodrigo Alonso presentaba una muestra en la Fundación OSDE repasando visiones de futuro a lo largo de la historia argentina y se preguntaba por qué el futuro dejó de ser parte de nuestra agenda. No sólo ya no hablamos de utopías o de revolución; tampoco hablamos de progreso. Y con cambio tecnológico y futuro del trabajo pasó algo similar: a veces parece que se habla del sexo de los ángeles.

Detrás de este cortoplacismo hay varios factores, pero hay uno clave: la inestabilidad macroeconómica y las crisis recurrentes. Hay pocos incentivos para mirar más allá cuando hay desafíos más apremiantes y urgentes en la coyuntura. Y las apuestas a manufacturar futuros, como lo son las innovaciones tecnológicas o la inversión en capital humano, tienden a escasear en un contexto donde cada crisis redefine completamente el terreno de juego.

Debemos entonces volver a pensar en el futuro; de otra manera prevalecerá el statu quo. Y el statu quo no es una opción si queremos manufacturar un quipu multicromático y sin hilos sueltos como el que se observa en la **Figura 1**.

### 3. Nuevas tonalidades y colores: en puertas de una nueva revolución tecnológica

#### El mundo, en revolución

¿Representa la aparición de lo digital una nueva revolución? ¿Tiene la IA la capacidad de alterar todo lo que hacemos, como ocurrió con la electricidad a principios del siglo XX? Esta frase de George Orwell de 1942 parece contestar a esas preguntas:

*“De vez en cuando sucede algo - en última instancia, ligado a los cambios en la técnica industrial, aunque la conexión no siempre es obvia- y todo el espíritu y el ritmo de la vida cambian, y las personas adquieren una nueva perspectiva que se refleja en su comportamiento político, sus modales, su arquitectura, su literatura y todo lo demás”*

¿Acaso no estamos viviendo un período con esas características con el uso de grandes bases de datos y el nuevo espacio de productos que ello habilita? Definitivamente nuestro ritmo de vida ha cambiado y nada de lo que hacemos en un día regular de hoy se parece a lo que hacíamos hace 15 o 20 años (al igual que pasó con la aparición de la electricidad en el comienzo del siglo XX).

Si quedaba alguna duda, el COVID19 aceleró la transformación digital en hogares, empresas y gobiernos. Y, como ocurre con cada innovación tecnológica, los cambios que estamos observando serán en buena medida irreversibles. La generalización forzosa de la modalidad de teletrabajo por el confinamiento, por ejemplo, dará lugar a una normalidad pospandémica distinta al del pasado, con estrategias híbridas que retengan los beneficios -tanto para las empresas como para los trabajadores- del trabajo remoto. Algo similar ocurre con las tecnologías para asegurar el distanciamiento social (como los medios electrónicos de pago) o la automatización de ciertas tareas del proceso productivo: llegaron para quedarse. En ese sentido, el COVID19 hizo más evidente que nunca que la transformación que mencionamos más arriba no es sólo geográfica sino un poco más profunda: del mundo físico al mundo digital. De ser así, podríamos elaborar sobre ideas del filósofo Karl Polanyi y decir que estamos transitando una Segunda Gran Transformación: mientras que en la Primera Gran Transformación pasamos del trabajo manual en el campo o las actividades

mecanizadas en la ciudad, ahora estamos pasando de esas actividades mecanizadas a otras de alto contenido cognitivo y que ocurren en el espacio digital<sup>2</sup>.

La palabra “revolución” ha vuelto a la escena porque cada vez hay más consenso sobre una nueva ola de cambio tecnológico acelerado. Iniciada en algún momento de la primera mitad de la década de los 2010s, esta vez se trata de crear entornos ricos en datos (o huellas digitales) y explotar los patrones que allí emergen para tomar decisiones. La creación de entornos ricos en datos implica la irrupción de la economía digital y su fusión con los mundos físicos y biológicos que ya conocemos. La primera se refiere a la proliferación de bienes que son nativos digitales, es decir, que están hechos de bits en vez de átomos. La economía digital va desde los procesos virtuales de intermediación a través de aplicaciones o plataformas hasta los contenidos que los usuarios suben a la web y comparten a través de internet. La fusión de lo digital con lo físico y lo biológico se refiere a la incorporación de sensores de naturaleza digital a todo lo que no es nativo digital, desde una máquina en la empresa – lo que se conoce como internet industrial de las cosas o los sistemas ciberfísicos– hasta a un ser vivo, dando lugar a la bioingeniería (Skilton y Hovsepian, 2018). Nótese que desde esta perspectiva incluimos innovaciones diversas, desde Internet de las Cosas y Analítica de Grandes Bases de Datos hasta la nanotecnología y la computación cuántica; desde las impresiones 3D hasta la biología sintética y la realidad aumentada.

En el centro de la nueva familia de tecnologías se encuentra la inteligencia artificial (IA)<sup>3</sup>. ¿De qué trata la IA? Ciertamente, no del Golem o de robots tomando el control y dominando el mundo. El miedo es entendible: la frase “inteligencia artificial” remite en nuestra mente a Isaac Asimov (o, para los menos asiduos a la literatura, a Steven Spielberg): historias de máquinas que se vuelven más inteligentes y más poderosas que las personas, y terminan dominando a la raza humana. Por supuesto, la idea del autómatas es milenaria: se remonta al menos hasta la Grecia Antigua. Sin embargo, hay algo particular sobre cómo entendemos a la IA en los últimos tiempos. Es que desde que aceptamos que los cambios tecnológicos -y la ciencia más en general- son una fuente de creación de futuro, la ciencia ficción ha demarcado el ámbito de discusión pública sobre los alcances de la IA. No es casual que si googlearmos “inteligencia artificial”, las imágenes que resultan de la búsqueda muestran invariablemente a autómatas o androides<sup>4</sup>.

No es por allí -por la recreación completa de la capacidad cognitiva humana- por donde ha avanzado la IA en la última década. En cambio, los progresos se multiplicaron en la IA limitada, o sea, aquella que se ocupa de objetivos específicos y no generales como sí lo hace nuestra mente. Estos objetivos limitados, a su vez, son de un tipo particular: buscan generar información que no tenemos a través de la información que sí tenemos. Se trata así de sistemas predictivos, los cuales contienen una restricción adicional: permiten imaginar futuros posibles pero siempre cercanos a los patrones del pasado. Podríamos decir que la IA limitada permite una mejor lectura del pasado (un pasado que puede ser bien reciente si se cuenta con datos en tiempo real), y que esa mejora ayuda a reconocer patrones en el presente o en el futuro inmediato<sup>5</sup>.

Desde esta perspectiva, la IA es un sistema compuesto por tres pilares, todos necesarios para que el sistema de análisis de datos funcione (**Figura 5**).

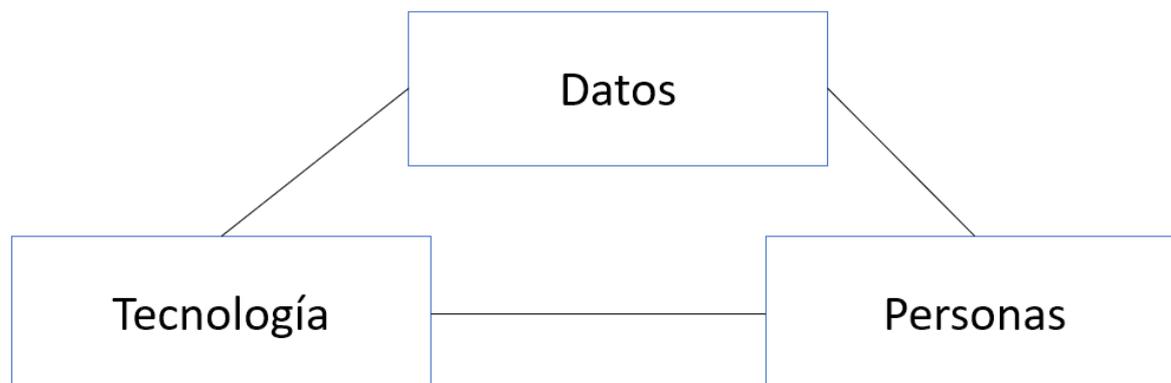
<sup>2</sup> Para leer sobre la Primera Gran Transformación véase Polanyi (1944).

<sup>3</sup> Difícilmente exista un único desarrollo tecnológico que describa completamente a una revolución industrial; más bien suele tratarse de una confluencia de diversos desarrollos tecnológicos y organizacionales. En el caso de la IA, la familia de desarrollos tecnológicos que posibilitan la revolución incluye a: (a) nuevas tecnologías de comunicación y networking (internet, LAN, etc), (b) nuevos sistemas y arquitecturas (smarphones, servicios en la nube); (c) nuevas bases de datos; (d) nuevos desarrollos de ciberseguridad; (e) nuevos entornos de interacción personas-máquinas (herramientas colaborativas, diseño basado en experiencia de usuario). Para un análisis más detallado véase NASEM (2020).

<sup>4</sup> Sobre la historia de los autómatas ver Boden (2006); sobre cómo la ciencia ficción marcó el terreno de debates sobre Inteligencia Artificial ver Jordan (2016).

<sup>5</sup> Un análisis detallado y de fácil lectura de Inteligencia Artificial como máquina predictiva puede encontrarse en Agrawal et al. (2018).

FIGURA 5. Componentes de los sistemas de Inteligencia Artificial



Fuente: elaboración propia en base a Taddy (2019).

El primer pilar es lo que aquí llamamos “dispositivo digital”. Allí un elemento clave es el conjunto de instrucciones bien especificadas para que una máquina pueda cumplir ciertas tareas de ordenamiento de los datos (priorización, clasificación, asociación, filtrado, etc.), lo que se conoce como “algoritmo”. Los algoritmos pueden ser basados enteramente en reglas pre-especificadas por las personas (los sistemas de expertos) o bien ser definidos en parte por las máquinas que utilizan datos para optimizar alguna función prefijada (lo que se conoce como *Machine Learning*). En los sistemas de Machine Learning el reconocimiento de patrones en los datos se busca no dando un único propósito a la máquina, sino distribuyendo o desagregando ese propósito en un conjunto de tareas más sencillas para que puedan ser resueltas por la máquina. Una de las estrategias de representación más promisorias en Machine Learning es Deep Learning, en la cual se trata de emular los rasgos básicos de funcionamiento de las redes neuronales. En este tipo de estrategias cada “neurona” aprende una función muy sencilla y la función más compleja (o el propósito) resulta de combinar esas funciones sencillas. Al conjunto de algoritmos de este pilar debemos sumarle el poder computacional y la infraestructura necesaria en términos de dispositivos, acceso a espacios y herramientas digitales a través de la nube, etc. <sup>6</sup>

El segundo elemento es el set de datos. De acuerdo a las estimaciones del *World Economic Forum*, por día enviamos unos 300 mil millones de emails, publicamos unos 500 millones de tweets y hacemos unas 5 mil millones de búsquedas en Google y otros buscadores. Los datos requeridos para los sistemas de IA son de tres tipos: como insumo para el funcionamiento del algoritmo, como entrenamiento para generar el algoritmo, y como feedback para que el algoritmo mejore su desempeño con la experiencia. La potencial de los sistemas de IA para la toma de decisiones dependerá crucialmente de los rasgos de las bases de datos utilizadas. Por eso no se trata de recolectar datos, sino crear datos. Al respecto, Doug Laney señala que deben cumplirse tres requisitos: Volumen (cantidad de datos), Variedad (heterogeneidad de fuentes) y Velocidad (flujo estable). A estas 3 Vs recientemente se le ha agregado una nueva V:

<sup>6</sup> Un buen resumen de los modelos de machine learning puede encontrarse en Kellegher (2019). Para leer sobre aprendizaje profundo puede consultarse Sejnowski (2018). Por último, una discusión interesante sobre algoritmos puede hallarse en Fry (2018).

veracidad. La calidad y la representatividad de las distintas fuentes de información no pueden tomarse como dadas. En cambio, debemos recordar que cada dato puntual fue tomado en un contexto, metodología, alcance y objetivo específicos; al límite, como escribió hace algunos años la historiadora Lisa Gitelman (2013), decir 'datos crudos' es un oxímoron.

El tercer elemento es sin dudas el más relevante y el foco de análisis de este documento: las personas. Hablaremos más en detalle sobre el talento y las habilidades requeridas para operar con IA; ahora alcanza con decir que los sistemas de IA necesitan una estructura explícita para funcionar correctamente. Por eso estos sistemas son difíciles de superar -incluso por personas con experiencia- en juegos como el GO o el ajedrez, donde la totalidad de las reglas del juego están codificadas. En la vida real no hay nada que se parezca a ese tipo de entornos: hay elementos desconocidos, factores cambiantes, información cualitativa relevante... y todo ello debe ser ponderado por el juicio de las personas. Así, la estructura del dominio sobre la cual operará el sistema, es decir ese entorno rico en datos que contiene el detalle de la totalidad de las tareas del proceso productivo, es determinado por las personas. El rol de las personas no se detiene allí: el conjunto de preguntas que se quieren contestar con el sistema de IA y los criterios de evaluación de los resultados, clave para cualquier propósito, también son tareas que deben realizar las personas.

¿Qué es tan especial sobre los sistemas de IA? Después de todo, lo que contamos de IA se parece mucho a una continuidad de lo ocurrido con las TICs en el último tramo del siglo XX. Sin embargo, hay una idea que cada vez reúne más consenso: la IA es una tecnología con un fuerte potencial transformador. Es una Tecnología de Propósito General (TPG).

Hagamos una breve pausa y retrocedamos a finales del siglo XIX. Una fábrica estándar norteamericana contaba con una máquina de vapor en el sótano que hacía las veces de fuente de energía para el proceso productivo. Con la llegada de la electricidad, varias empresas comenzaron a mudarse a la nueva fuente de energía. Algunas simplemente reemplazaron la fuente de energía del sótano, y les fue bien haciendo lo mismo que antes pero a menores costos. A otras les fue mejor porque entendieron que ciertos obstáculos de largo plazo habían sido removidos, y reimaginaron sus procesos dado que ahora la fuente de energía podía dividirse y colocarse en cualquier parte del edificio. Y otras se convirtieron en las grandes empresas del siglo XX porque imaginaron el nuevo espacio de productos que se abría con la electricidad, desde los motores eléctricos hasta la televisión.

Esta historia, tomada del estudio de David E. Nye sobre la electrificación de los Estados Unidos a lo largo del siglo XX, refleja lo que ocurre en la economía y la sociedad con cierto tipo de tecnologías muy peculiares, las TPG (Nye, 1990). Las tecnologías que son TPG comparten tres rasgos básicos<sup>7</sup>:

- Son altamente maleables y con margen para mejoras. A medida que la sociedad va entiendo y procesando a la tecnología comienzan a descubrirse los usos potenciales y las buenas prácticas, y se readaptan los procesos y los productos para estandarizar su uso.
- Son de uso difundido. La tecnología se adopta inicialmente en un sector de la economía, pero luego comienza a aparecer en otros contextos inesperados, hasta que se convierte en una tecnología ubicua y no nos damos cuenta en qué momento la utilizamos.

---

<sup>7</sup> Tomamos la definición de Bresnahan y Trajtenberg (1995).

- Genera efectos de *spillover* que incentivan la innovación. La tecnología se inventa con un fin específico pero las ganancias van mucho más allá, abriendo nuevos espacios económicos en términos de procesos y productos.

A lo largo de la historia de la humanidad existió un amplio conjunto de TPG; Richard Lipsey y sus colaboradores listan unas 25 TPGs desde la domesticación de las plantas hace unos 11 mil años (Linsey et al., 2006). Sin embargo, las que lograron acelerar el crecimiento económico, alterar fundamentalmente la división de tareas entre máquinas y personas y mejorar de esta manera y en forma permanente el bienestar son muy pocas, y todas relativamente recientes. Hay tres que fueron clave: la máquina de vapor a fines del siglo XVII, la electricidad en la entrada al siglo XX y las TIC a partir de 1990. Podemos decir que el cambio tecnológico de los últimos siglos ocurrió a través de tres revoluciones industriales, cada una apoyada sobre los avances previos. En los tres casos se abrieron nuevos espacios económicos, y se repensó la relación entre personas y máquinas en el proceso productivo.

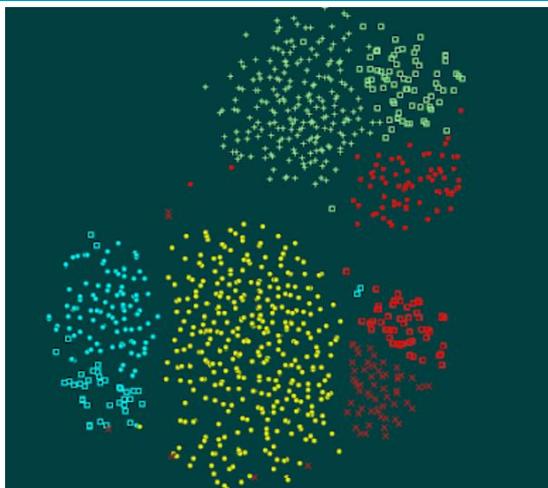
¿Son los sistemas de IA tecnologías de propósito general? Es temprano para contestar a esta pregunta, aunque se va acumulando evidencia para contestar afirmativamente. Los avances en los últimos años en IA en términos de reconocimiento de imágenes o de texto, por ejemplo, han sido impresionantes a tal punto que muchos hablan de una nueva “explosión cámbrica”: aquel período de rápida diversificación ocurrido hace unos 540 millones de años, donde se ampliaron profundamente las capacidades de los organismos para percibir el entorno (Pratt, 2015). Las aplicaciones de IA ya no se limitan a los sectores de punta tecnológica: están en el agro, en la industria, en el comercio, en la construcción. Por último, no sólo ha crecido diferencialmente el mercado digital en relación al analógico; también las empresas están repensando sus procesos para crear entornos ricos en datos donde puedan operar los sistemas de IA. Si IA es una TPG, entonces estamos comenzando la Cuarta Revolución Industrial.

Son estos sistemas predictivos de IA los que están llevando a un completo rediseño de cómo las personas y las máquinas interactúan en el proceso productivo. Las relaciones con proveedores, por ejemplo, ocurren ahora en tiempo real con sensores que permiten la trazabilidad de los insumos; una compradora puede informar sobre los rasgos de un producto antes de que este sea manufacturado; ese mismo producto una vez vendido sigue generando datos que pueden mejorar su uso o al menos informan para la producción de nuevas unidades<sup>8</sup>. La creación de entornos ricos en datos ocurre también dentro de las empresas, rediseñando procesos tan variados como la logística, el manejo de stocks, o el desarrollo de productos. Ya no es necesario para una firma, por ejemplo, detener la producción por la rotura de una pieza: es posible su reemplazo si su funcionamiento se aleja de los criterios óptimos definidos por los patrones que emergen del uso del mismo tipo de pieza en el pasado (en la firma o fuera de ella).

Al límite podríamos imaginar un futuro no tan lejano en el que la producción no se organiza a través de firmas que establecen relaciones de largo plazo sino a través de *clusters* de datos que se conectan a través de plataformas. Algo parecido a lo que se exhibe en la **Figura 6**. ¿Qué son las plataformas? De acuerdo a Nick Srnicek se trata de un nuevo tipo de firma que provee la infraestructura de software y hardware para que distintos grupos interactúen en el espacio digital. Son las conexiones entre los datos que componen en forma creciente la actividad económica. Como todo intermediario, su principal capital no está en el stock de activos que posee sino en la valoración que de ella realizan los usuarios. Como su objetivo último es maximizar beneficios -al igual que cualquier otra firma-, la plataforma administrará los derechos y obligaciones de uso para asegurarse la mayor cantidad de usuarios activos. Los clusters, a su vez, no son estáticos; en cambio, se reorganizan en función a distintos objetivos.

<sup>8</sup> La estrategia de “entregue rápido y aprenda primero” para el espacio de productos está muy bien explicada en Maeda (2019).

FIGURA 6. El futuro: la actividad económica como un ordenamiento cambiante de datos



Fuente: elaboración propia

## La oportunidad para Argentina

El economista Paul Romer hace una analogía entre el PIB y un pastel o una torta. Para crear bienes mezclamos “ingredientes” (los factores productivos: artefactos, personas, entorno natural) de acuerdo con una receta. Si el crecimiento económico se obtiene haciendo más y más del mismo tipo de torta, más tarde o más temprano nos quedaríamos sin ingredientes. Sin embargo, continúa Romer, en el largo plazo el crecimiento económico se consigue a través de la búsqueda de mejores recetas. Y, agregamos nosotros, no hay mejores recetas que las TPG.

¿Cómo puede impactar la cuarta revolución industrial y más precisamente la irrupción de los sistemas de IA en la economía argentina? ¿Es posible que mejore nuestras recetas para el crecimiento económico? Para medir ese dividendo, trabajamos junto a Microsoft en el desarrollo de ejercicios de simulación para un futuro cercano bajo escenarios alternativos de adopción y difusión de IA, tanto para la economía en su conjunto como para diversos sectores de la economía.

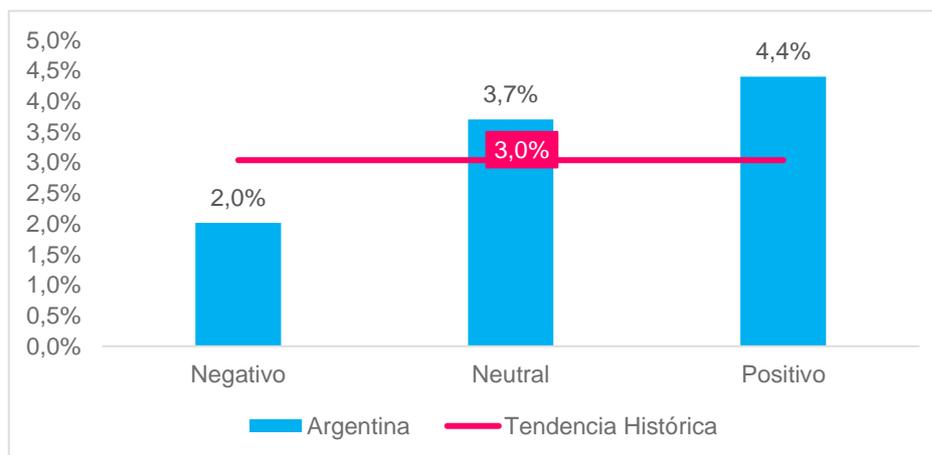
La metodología empleada en ese estudio se basó en la construcción de un modelo de crecimiento económico estándar pero ampliado por la introducción de la IA. Siguiendo a Phillip Aghion, Benjamin Jones y Charles Jones en su influyente artículo *Artificial Intelligence and Economic Growth*, modelamos la adopción de IA como una TPG que permite producir lo mismo que antes en forma más eficiente -agregamos una nueva máquina para hacer lo mismo que ayer- y que, además, tiene el potencial de fomentar la innovación y la generación de ideas -la creación de nuevas recetas- (Aghion et al., 2019). Así, modelizamos dos canales a través de los cuales la adopción de IA acelera el crecimiento económico: (a) el “Efecto Automatización”, que captura el uso más intensivo de máquinas inteligentes en el proceso productivo y (b) el “Efecto Innovación”, que recoge el impacto positivo de IA sobre el crecimiento a través de la innovación en procesos y productos. Nótese que con ambos efectos se altera la división de tareas entre máquinas y personas en el proceso productivo, y los trabajos que perdurarán serán distintos a los del pasado.

¿Qué encontramos en este ejercicio teórico? Que en el escenario positivo el ritmo de expansión de la economía se acelera hasta 4.4% al año para la próxima década. En este caso sería posible acortar de 1/3 a 2/3 la brecha de bienestar -aproximada por el PIB per capita relativo- entre una ciudadana argentina y una ciudadana norteamericana en

un lapso de 20 años. Es ese el principal poder transformacional de la tecnología: logra una mejora permanente en el bienestar.

En el escenario negativo -de adopción nula- el crecimiento se desaceleraría con respecto a la norma histórica, y el nivel de bienestar relativo descendería. Por último, en el escenario histórico las innovaciones se aplican en forma dispar de manera que la economía no logra despegar de la condición de país sufriendo la trampa del ingreso medio que ocupa en la actualidad. La **Figura 7** resume los principales resultados.

FIGURA 7. Proyección de tasas de crecimiento del PBI por escenario (2018-2028)



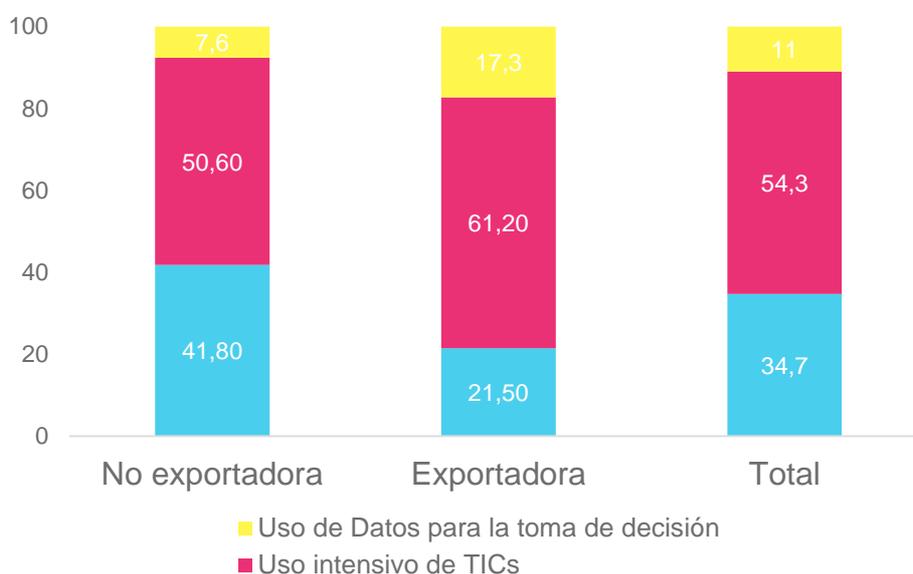
Fuente: Albrieu et al. (2018).

Corrimos el mismo modelo con datos sectoriales para ramas diversas de la economía argentina, desde la industria a los servicios financieros. Allí encontramos evidencia adicional sobre la IA como una TPG: se generan oportunidades en varios sectores de la economía argentina. Es evidente su potencial en los servicios intensivos en el uso y generación de TICs, cuyas actividades previas a la llegada de los sistemas de IA ya eran realizadas básicamente en el espacio digital y con gran cantidad de datos. También hay oportunidades en salud, donde un segmento importante de las tareas de diagnóstico podría ser realizado por sistemas predictivos de IA. En el sector de comercio las ganancias de productividad derivadas de trasladarse al espacio digital son grandes también, como quedó evidenciado en la pandemia. El gobierno puede expandirse en términos de la cobertura de los servicios públicos, agilizar trámites burocráticos y lograr mayor interacción entre las distintas agencias públicas de la mano de este tipo de sistemas. El agro hace tiempo dejó de ser una actividad de “recursos naturales”. Por último, el sector manufacturero puede reinventarse y, como señala repetidamente Bernardo Kosacoff, ser parte constitutiva de la solución a los problemas de productividad que aquejan a la economía argentina.

Un beneficio adicional del cambio tecnológico es su impacto en el balance de divisas del país. No se trata de un tema menor: desde hace décadas Argentina sufre una escasez crónica de divisas, y ello ha operado como un limitante para el crecimiento económico. Argentina necesita unos 25 mil millones dólares para poder crecer sostenidamente en los próximos años cuatro o cinco años (Rapetti et al., 2019). Para empezar a pensar una respuesta a la pregunta de los 25.000 millones es útil considerar la composición actual de la canasta exportadora argentina. Las exportaciones argentinas se distribuyen en cinco grandes grupos: agroindustria, industria manufacturera, servicios, energía y minería y economías regionales. En conjunto, estos sectores dan cuenta del 90% del total exportado en 2018. En todos esos sectores hay grandes oportunidades para aumentar la productividad a través del cambio tecnológico.

Así, los dólares que Argentina necesita pueden venir de la “buena suerte” (precios de commodities altos) o de apostar a cambios estructurales que permitan exportar mayor valor agregado y en definitiva mejores empleos al mundo. Y allí es donde aparece el cambio tecnológico. Al nivel de la firma hay una alta correlación entre la innovación tecnológica y la capacidad exportadora, y ello se observa en el caso argentino. A riesgo de *spoilear* lo que discutiremos en la sección siguiente, dejamos anotado aquí que la evidencia que generamos confirma esa hipótesis: 6 de cada 10 empresas de alto dinamismo tecnológico venden sus productos al exterior, mientras que apenas 2 de cada 10 lo hacen en el segmento de empresas que utilizan tecnologías antiguas. O, dicho de otra manera y como se expone en la **Figura 8**, las empresas exportadoras utilizan tecnologías más modernas que las no exportadoras, y muchas de ellas ya aplican sistemas de IA en la toma de decisiones.

FIGURA 8. Innovación y conectividad con mercados globales



Fuente: Albrieu et al. (2019).

### ¿Argentina, en revolución?

La oportunidad existe. Pero ¿la estamos aprovechando? Como no hay estadísticas oficiales para contestar a esa pregunta, nos propusimos generar evidencia más precisa sobre reingeniería de procesos, uso de grandes bases de datos y poder computacional en el sistema productivo argentino. En el estudio llamado *Travesía 4.0: hacia la transformación industrial argentina* (realizado en asociación con el BID-INTAL y con la UIA) adaptamos una encuesta que había realizado la CNI junto a la UFRJ en Brasil en 2017 y la aplicamos a unas 300 empresas de 6 ramas industriales de nuestro país. Pusimos especial énfasis en detectar la implementación de sistemas de IA.

Siguiendo al estudio de la CNI, en *Travesía* asumimos para Argentina que el sistema productivo es heterogéneo en términos tecnológicos. Por ello, en cada momento coexisten distintas generaciones tecnológicas, desde aquella antigua asociada a la producción rígida de la gran factoría -uso de TICs solo en áreas contables y administrativas- hasta la más moderna de producción integrada y uso de grandes bases de datos para la toma de decisiones. Como es difícil tratar a las tareas del proceso productivo como una totalidad, las agrupamos en cinco áreas funcionales que componen la actividad de una empresa: “Relación con proveedores”, “Relación con clientes”, “Desarrollo de producto”, “Gestión de procesos productivos” y “Gestión de

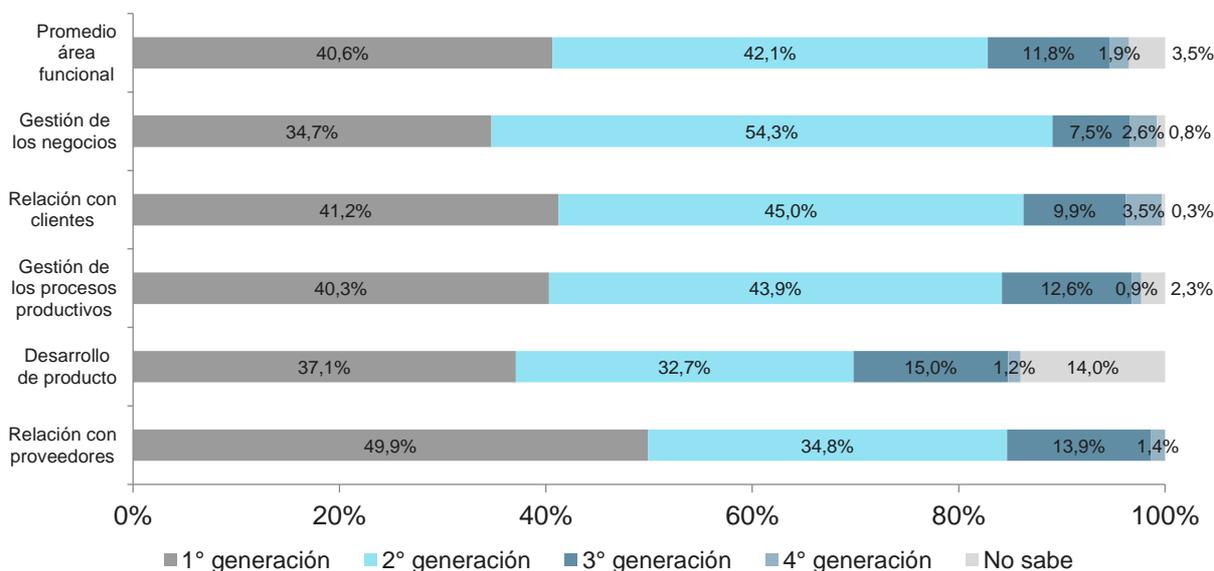
los negocios”. El cuadro siguiente, solo para el lector muy interesado, detalla el mapa de tecnologías específicas por cada área funcional para cada generación<sup>9</sup>.

FIGURA 9. Tecnologías por generación tecnológica y área funcional

	Relación con proveedores	Desarrollo de producto	Gestión de procesos productivos	Relación con clientes	Gestión de los negocios
Generación 1	Transmisión manual de pedidos.	Sistema de proyecto auxiliado por computadora.	Automatización simple (rígida) con máquinas no conectadas.	Ejecución manual de registros y contratos.	Sistemas de información independientes específicos por departamento.
Generación 2	Sistemas de transmisión electrónica de pedidos.	Sistema integrado de diseño, fabricación y cálculo de ingeniería con ayuda de software.	Procedimiento parcial o totalmente automatizado.	Automatización de las ventas.	Sistemas compuestos por módulos y base de datos integrados.
Generación 3	Soporte informático de los procesos de compras, stocks y pagos.	Sistemas integrados de gestión de datos del producto.	Sistemas integrados de ejecución de procesos.	Sistema integrado para múltiples canales y soporte basado en internet.	Plataforma web con bases de datos para apoyar análisis de negocio.
Generación 4	Seguimiento en tiempo real de pedidos y de logística de proveedores.	Sistemas virtuales de desarrollo.	Comunicación M2M (de máquina a máquina) u otros sistemas de producción inteligente.	Monitoreo y gestión del ciclo de vida de los clientes.	Procesos de negocio automatizados con apoyo de inteligencia artificial.

Fuente: Albrieu et al. (2019).

FIGURA 10. Firmas según tecnología y área funcional (en porcentaje)



Fuente: Albrieu et al. (2019).

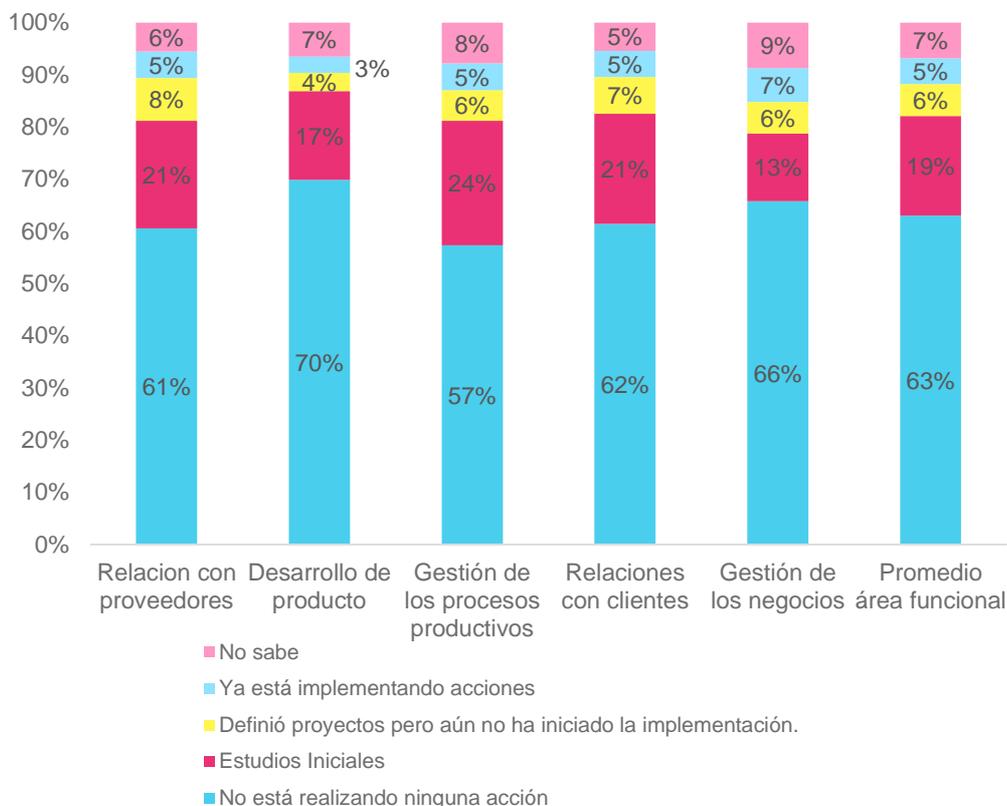
<sup>9</sup> Es interesante notar como la multiplicidad de generaciones tecnológicas que quisimos representar en este esquema seguía siendo restrictiva para países en estadios inferiores de desarrollo. UNIDO en su Industrial Development Report 2020 replicó la metodología que aplicamos la UIA el BID-INTAL y CIPPEC para Argentina y la CNI y la UFRJ para Brasil en otro conjunto de países de ingresos mas bajos como Ghana o Vietnam. Allí hizo falta agregar una nueva generación tecnológica: la producción analógica. En este caso los intercambios ocurren a través de contactos personales o el uso de teléfonos de línea y en los procesos productivos las máquinas no son basadas en ingenierías de microelectrónica.

La **Figura 10** resume los principales hallazgos de *Travesía*. El grado de penetración de los sistemas de IA en la industria manufacturera argentina es todavía muy bajo: menos del 10% de las empresas utilizan sistemas de IA en alguna de las áreas funcionales. Dicho de otra manera, la revolución de la IA que se menciona al comienzo de este documento ocurre aquí en apenas un puñado de empresas y de forma parcial. Por supuesto, se podría argumentar con el efecto “mercados duales” de Jacob Goldenberg: un pequeño grupo de empresas tienen conocimiento y espalda financiera como para ser adoptadores tempranos; el resto espera cerca de la frontera hasta que se codifique y estandarice la tecnología. Sin embargo, la evidencia apunta a un fenómeno distinto: algo más del 80% de las empresas de la muestra cuenta con tecnologías de primera y segunda generación; dicho de otra manera, muy pocas empresas se ubica cerca de la frontera.

Existen algunos matices y diferencias entre áreas funcionales que vale la pena mencionar. Si sumamos a los adoptadores tempranos más los que están cerca de la frontera (las generaciones 3 y 4), vemos que en la relación con proveedores y en las tareas de desarrollo de producto el uso de sistemas de IA es más alto que en la relación con los clientes o la gestión de los procesos productivos. Pero más alarmante es que la gestión de los negocios, que representa la visión general de la firma sobre objetivos y prácticas organizacionales, los sistemas de IA se utilizan en apenas tres de cada cien empresas.

Un rasgo preocupante surge ya no de la “foto” sino de la “película”. Si bien las firmas que encuestamos en *Travesía* indican que esperan aumentar marcadamente el uso de tecnologías asociadas a las grandes bases de datos, cuando se les preguntó acerca de las acciones dirigidas a corregir el rezago tecnológico, más del 60% de las firmas dice no estar tomando ninguna acción correctiva. Resuena lo que comentamos en la sección anterior: no estamos pensando en manufacturar futuro. Aparece entonces un desafío central: para que ocurra el cambio tecnológico hace falta una estrategia empresarial relacionada con una mayor absorción tecnológica y la consecuente mutación de los procesos y de los productos, y ello no surge del statu quo. La **Figura 11** exhibe el tipo de acción que están tomando las empresas para alcanzar la generación tecnológica que espera emplear dentro de 10 años. Se observa allí que sólo 5% de las firmas está actualmente tomando medidas concretas para facilitar mejoras tecnológicas, mientras que otro 25% está estudiando o definiendo qué acciones tomará para mejorar su tecnología.

FIGURA 11. Acciones referidas al cambio tecnológico por área funcional



Fuente: Albrieu et al. (2019).

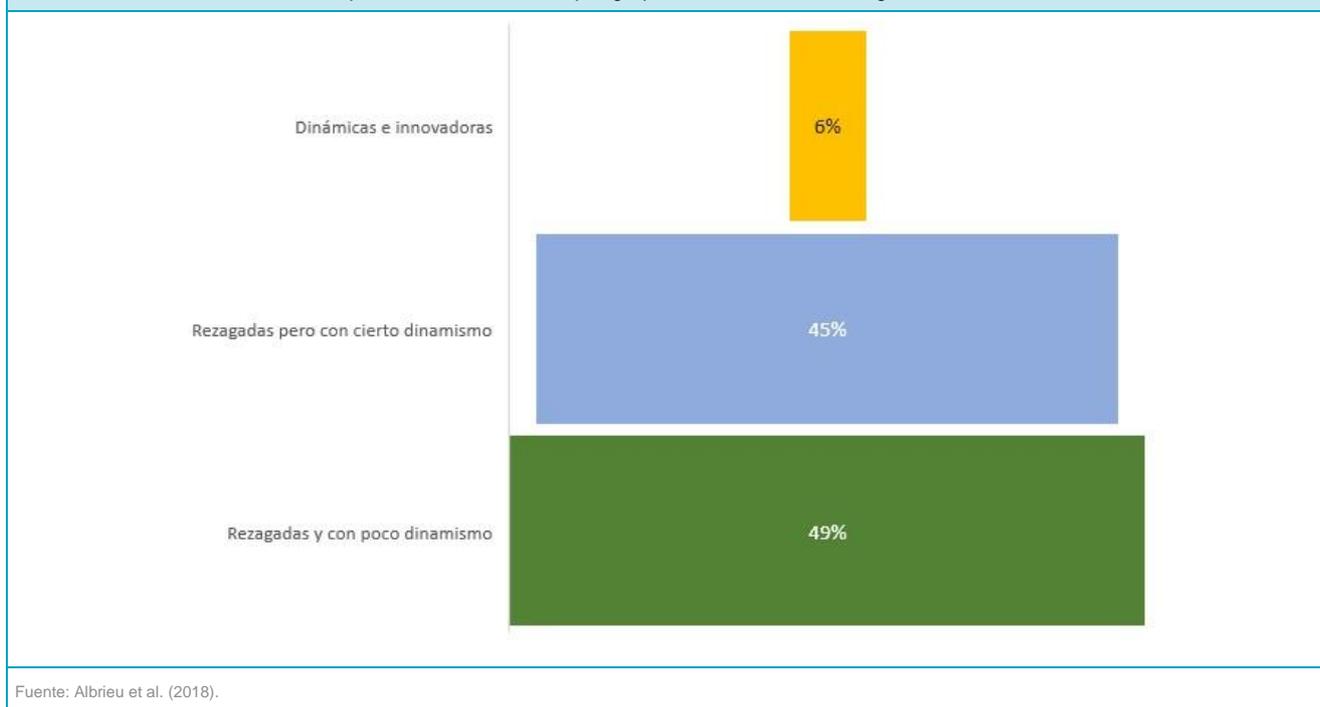
### Islas de innovación

Otro elemento que encontramos en *Travesía* es la alta heterogeneidad en el dinamismo y la capacidad innovadora a lo largo de las firmas, lo cual nos alerta de que la revolución de la IA sí está presente en Argentina pero solo alcanza a islas del aparato productivo.

Sobre la base de los patrones que emergían de los datos de implementación actual y planes de acción en el futuro cercano, en *Travesía* identificamos tres grupos o clusters de firmas en términos de su conducta tecnológica: las cóndores (modernas y dinámicas), las alpinistas (rezagadas pero con cierto dinamismo) y las *trekkers* (rezagadas y con poco o nulo dinamismo).

La **Figura 12** exhibe la estructura piramidal de la industria manufacturera según estos tres grupos de firmas. Nótese allí que alrededor de la mitad de las firmas encuestadas forman un grupo que se caracteriza por poseer tecnologías rezagadas y que no están llevando a cabo acciones para revertir ese rezago. Existe, por otro lado, un pequeño segmento de firmas -de 6% de la muestra- que cuenta con tecnologías relativamente avanzadas y que en su mayoría está tomando acciones para crear entornos ricos en datos e implementar sistema de IA. El panorama industrial cierra con un grupo intermedio —también grande, con 45% de las encuestadas— de firmas que implementan tecnologías intermedias y que se muestran dinámicas para reducir sus rezagos tecnológicos.

FIGURA 12. Distribución de las empresas manufactureras por grupos de conducta tecnológica



## 4. Trabajando en el entramado: la cuestión de la inclusión

### Cambio tecnológico y variedades de mercados de trabajo

En los países avanzados la forma de organizar la cooperación entre capital y trabajo previa a esta revolución podría resumirse en lo que Carles Boix llama el “capitalismo de Detroit”, en referencia a la ciudad que a lo largo de la primera mitad del siglo XIX se convirtió en el centro manufacturero mundial<sup>10</sup>. Este tipo de capitalismo venía siendo amenazado en los países de altos ingresos desde la proliferación de las TICs a principios de los 1990s y su impacto en las estrategias de *offshoring* y *outsourcing* de las firmas (deslocalizar actividades en el primer caso, contratar por fuera de la empresa tareas que antes se hacían internamente en el segundo). Sin embargo, los cambios que comenzaron en algún momento de la primera mitad de los 2010s, con su foco en la creación de sistemas ricos en datos y la idea de la actividad económica como clusters de datos, podrían generar un descalce sensiblemente mayor al observado con las TICs.

El capitalismo de Detroit era un sistema que aseguraba una alta cohesión social. ¿Qué rasgos tenía<sup>11</sup>?

- Primero, la generación de puestos de trabajo era tal que podía ir absorbiendo el fenomenal crecimiento en la fuerza laboral. Detrás de este hecho está otro: la producción en masa de bienes estandarizados implicaba una demanda de empleo muy dinámica.

<sup>10</sup> Boix (2019).

<sup>11</sup> Un interesante análisis de estos rasgos se encuentra en Sennett (2004).

- Segundo, los puestos de trabajo se instrumentaban a través de contratos laborales de largo plazo, que permitían para trabajadores y la gerencia diagramar un futuro de ascensos y avances dentro de la empresa. Esta estabilidad, a su vez, habilitaba a la política pública para implementar sistemas orientados a administrar los riesgos que las personas enfrentan en sus vidas (lo que conocemos como sistemas de protección social).
- Tercero, la mayor parte de los trabajos eran relativamente rutinarios y poco desafiantes en términos cognitivos: repetición de tareas manuales específicas, procesamiento de datos e información, seguimiento de secuencias o procesos dentro de la empresa, etc. Este hecho también implicaba otro: que el conjunto de habilidades y conocimientos que una persona requería para integrarse al mercado laboral, si bien más sofisticados que los demandados en las épocas de las máquinas de vapor en el siglo XIX, podían ser codificados en una curricula y un conjunto de libros; se consolidaba así la factoría educativa como correlato de la gran factoría productiva.

Max Weber decía que esas grandes fábricas son una especie de jaula de hierro. Allí es posible encontrar refugio, que en la cuestión laboral implica compensar las pérdidas frente a eventos adversos, minimizar los riesgos asociados al trabajo, financiar la brecha entre ingresos y gastos en la vejez, diseñar una narrativa de futuro en función a los pasos o ascensos dentro de la empresa, y hasta construir una identidad asociada al puesto de trabajo. Pero también puede sentirse como una prisión: la contribución laboral se reduce a una tarea específica de un proceso productivo que se desconoce en su totalidad, las habilidades utilizadas para esa contribución son estandarizadas y poco desafiantes, el futuro laboral está en buena medida predeterminado, y la identidad se construye de manera de colectiva y con menor peso de lo individual<sup>12</sup>.

En los países emergentes los mercados laborales son distintos. El capitalismo de Detroit solo representa una porción de mercado de trabajo; en muchos países esa porción es minoritaria. En la India, por ejemplo, más del 80% de los puestos de trabajo son tipo de informal. La jaula de hierro convive entonces con otros esquemas más flexibles, donde la cohesión no está asegurada. Así, en estos países también existe algo que podríamos llamar el capitalismo de Bombay: junto a algunas grandes factorías, la cooperación entre capital y trabajo también tomó la forma de auto-empleo, contratos de corto plazo con mínima administración de los riesgos, y sistemas de aprendizaje poco dinámicos y eficientes.

En Argentina el mercado de trabajo no corresponde directamente al modelo de Detroit ni al de Bombay; es una mixtura entre ambos. Tomando datos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) correspondientes al último trimestre de 2019 podemos decir que la formalidad abarca aproximadamente un 65% de los asalariados -unos 5,7 millones de personas en los grandes aglomerados urbanos- mientras que algo menos de 3 millones de personas (entre un quinto y un cuarto de las personas ocupadas captadas por la EPH) trabajan por cuenta propia.

El cambio tecnológico afecta a la inclusión en el ámbito laboral por varias vías. La primera que podemos mencionar es la modificación en la “división de tareas” entre las personas y las máquinas en el proceso productivo. Al igual que en las revoluciones tecnológicas del pasado, con la irrupción de sistemas de IA se han multiplicado las voces que señalan que estamos frente a la obsolescencia de buena parte de la fuerza de trabajo<sup>13</sup>. Así, el miedo al “desempleo tecnológico” que preocupaba a John Maynard Keynes en los 1930s y a la reina Isabel I de Inglaterra 350 años antes, reaparece en la opinión pública como un posible futuro mediato.

<sup>12</sup> El análisis de las burocracias del Estado y la gran firma como jaulas de hierro pueden consultarse en Weber (2001).

<sup>13</sup> Para un repaso de la ansiedad tecnológica y su historia véase Mokyr et al. (2015).

Esta ansiedad por el impacto de los cambios tecnológicos se sustenta en dos rasgos clave de la revolución tecnológica actual. El más importante: los nuevos bienes asociados a la aplicación de sistemas de IA son predominantemente de naturaleza digital, de manera que una vez inventados, producir uno más, cinco más o diez mil más es una tarea que insume pocos recursos adicionales. En un mundo donde se intercambian bienes hechos de bits y no de átomos, según Jeremy Rifkin (2015), nos aproximamos a una economía de costo marginal cero.

El otro factor detrás del miedo al desempleo tecnológico es el de la automatización. La creación de entornos ricos en datos implica para una empresa en particular digitalizar buena parte de lo que hace. Estos procesos eran realizados previamente en forma analógica y por personas. Con el sistema en funcionamiento, las tareas también pasan a estar automatizadas. Esto desafía a un conjunto amplio de puestos de calificación baja y media, usuales en el capitalismo de Bombay, pero también a la C-Suite. Al respecto, Andrew McAfee y Erik Brynjolfsson estudiaron cómo la aplicación de sistemas de IA en los modelos de negocios genera una fuerte competencia entre las estrategias que se desprenden de los datos y las que surge de las opiniones de las personas mejores pagadas de las empresas (HiPPO por sus siglas en inglés).

Daron Acemoglu y Pascual Restrepo en una influyente serie de estudios publicados entre 2016 y 2020 elaboraron un esquema analítico donde es posible analizar en cuáles contextos el cambio tecnológico deprime la demanda de trabajo y en cuáles la incrementa. El análisis de Acemoglu y Restrepo apunta a que la IA dispara dos tipos de efecto en el mercado de trabajo: uno de desplazamiento y otro de complementariedad (o “reintegración” a través de la creación de nuevas tareas para las personas). Con ese esquema en mente, Ian Cockburn, Rebecca Henderson y Scott Stern bucearon en bases de datos sobre publicaciones científicas y patentes, y detectaron un patrón interesante: los sistemas de IA se van redireccionando desde aplicaciones asociadas a robots a otras intensivas en *machine learning*; las primeras ponían el foco en ahorrar mano de obra; las segundas en complementar habilidades de acuerdo a la **Figura 7**<sup>14</sup>.

Otro argumento que reduce los riesgos de desempleo tecnológico es la cuestión de la demanda. Como remarca James Bessen, si bien la IA puede reducir las tareas que hacen las personas en cada bien que se produce, si aumenta la cantidad total de bienes que se venden entonces la demanda de empleo no se reducirá. Bessen (2019) repasa cuidadosamente lo ocurrido en la primera y segunda globalización y encuentra que no hubo caída en los niveles de empleo, incluso en los sectores donde el proceso de automatización fue más acelerado. Recientemente, el Asian Development Bank realizó un diagnóstico sobre las TICs e IA para Asia, y encontró un resultado similar: si bien la automatización avanzará, la suba en los ingresos propia de la resurgencia de China y países vecinos más que compensará ese shock negativo para el mercado laboral (ABD y otros, 2017).

Una segunda vía que incide en la inclusión social se halla en cómo la tecnología está reconfigurando los espacios de colaboración entre capital y trabajo, y sus implicancias para la política pública. En este caso no se trata de quién hace qué, sino de analizar en qué marco se da la cooperación entre capital y trabajo, y cómo ese marco está cambiando. Si bien hablamos de “mercado” de trabajo, en el capitalismo de Detroit las transacciones laborales eran principalmente mediadas por las jerarquías existentes dentro de la firma. En su ensayo *Organizations and Markets*, Herbert A. Simon describe magistralmente el rol de esta “mano visible” de la firma con la ficción de una marciana que llega a la tierra dotada de un dispositivo para detectar estructuras sociales:

14 El estudio de Cockburn y colaboradores agrega información sobre IA como una TPG que está comenzando el proceso de difusión.

“las empresas se revelan como sólidas áreas verdes con débiles contornos interiores señalando las divisiones y los departamentos. Las transacciones de mercado se muestran como líneas rojas conectando empresas y formando redes en los espacios entre ellas (...) El mensaje enviado a casa describiendo la escena hablaría de ‘grandes áreas verdes interconectadas por líneas rojas’. Sería poco probable que hablara de “una red de líneas rojas conectando manchas verdes”

Son esas áreas verdes las que se están redefiniendo debido a las nuevas tecnologías. Hacia dentro de las firmas los contornos interiores se van borrando de la mano de la unificación de los datos generados por los distintos departamentos y áreas funcionales. Pero lo que se vuelve realmente borroso es el contexto exterior de la firma: no es tan sencillo para la marciana detectar donde termina la organización -con sus reglas y jerarquías propias- y donde empiezan las transacciones de mercado.

Ese contorno difuso está ocupado ahora por las plataformas de intermediación laboral. ¿De qué manera se conectan estas plataformas con la inclusión? primero, que las plataformas de intermediación laboral representan un medio ideal para pasar del esquema contractual del largo plazo -típico del capitalismo de Detroit- a otro basado en contratos cortos o por pequeñas tareas (al límite, un *gig*). Para el capitalismo de Bombay las plataformas pueden operar en sentido opuesto: dotar de cierta formalidad -al menos, en el registro- de transacciones laborales antes ocurrían en la oscuridad.

El segundo canal, muy relacionado, es el de la efectividad de la política pública. En el capitalismo de Detroit la llegada de la gran fábrica y la generalización de puestos de trabajo de largo plazo permitió a los gobiernos aplicar un amplio espectro de políticas distributivas y de mejoras del bienestar. Muchas de ellas se asocian directamente con la relación laboral y a las transacciones que ella genera, como la instrumentación de paritarias, la mejora en las condiciones laborales y la fijación de salarios mínimos. Otras guardan una relación más indirecta y buscan en forma más general administrar los riesgos o posibles perturbaciones al bienestar de los hogares más allá de lo que ocurre en el puesto de trabajo. Las nuevas formas de contratación eliminan así un “punto de entrada” para la política pública, y ello en la práctica puede derivar en pérdidas de beneficios para los trabajadores. En el capitalismo de Bombay se opera en contextos de alta informalidad, limitados mecanismos de mercado para lidiar con el riesgo y una baja cobertura en los sistemas públicos de protección social. Por ello las plataformas de intermediación laboral pueden ser una oportunidad para implementar pisos de protección para los segmentos más vulnerables de la población.

Por último, la tercera vía que conecta a la tecnología con la inclusión -y en la cual focalizamos en este documento- está en las habilidades requeridas para la interacción con las máquinas y los artefactos. Como dijimos antes, la inversión en aumentar la capacidad cognitiva social será clave para hacer inclusivo al cambio tecnológico. El capitalismo de Detroit, con sus líneas de montaje alimentadas a electricidad y su sistema de producción de partes intercambiables, descansaba en una alta complementariedad entre las máquinas y las personas con habilidades medias y altas. Esas habilidades, a su vez, podían ser ordenadas en materias o temas específicos, con pocas conexiones entre sí. La codificación de esas habilidades permitió comprimirlas en un cúmulo compacto y homogéneo de información que podía ser transmitido a gran escala a través los sistemas de aprendizaje tradicionales. Como el vector de habilidades requeridas para interactuar con las máquinas era poco dinámico, el pasado -compilado en datos, información y principios- era la principal guía para adquirir los conocimientos necesarios para navegar el mercado de trabajo en el futuro. Al quebrarse la gran factoría productiva, cruje también el modelo de aprendizaje de factoría educativa<sup>15</sup>.

15 Conviene contextualizar el rol que ocupa la educación en este documento. Como nos referimos al mercado de trabajo, el foco está puesto en las habilidades que hacen a la vida laboral presente o futura de una persona y de esta manera, beneficia a esa persona y la sociedad en su conjunto. El

En el capitalismo de Bombay todo era más complejo: el contenido cognitivo de las tareas que allí se realizan es bajo, aún cuando en muchos casos no logra ser replicado a bajo costo por las máquinas, lo que se conoce como paradoja de Moravec (1988). Pero además, la factoría educativa allí presenta serias deficiencias que van mucho más allá de una currícula desactualizada: los sistemas educativos fallan en ser instituciones de aprendizaje y ello suele ser particularmente cierto para los segmentos más desfavorecidos de la población.

## Las habilidades del futuro

El desafío para ambos mercados laborales es de todas maneras el mismo: readaptar las habilidades de los trabajadores para complementar a la IA. Al respecto, no sabemos todavía cuál será el conjunto de habilidades requeridas en el futuro, pero sí vamos aprendiendo cuáles no lo serán, sobre la base de analizar qué tareas las máquinas realizan en menos tiempo (o a menor costo) que las personas. La primera conclusión que emerge de este análisis es que, en lo que en la opinión pública se conoce como la era de los robots, el desafío para las personas es dejar de actuar como robots. Cuando Karel Capek inventó la palabra “robot”, para su obra de teatro R.U.R. de 1921, la pensó en un sentido bien distinto al que la utilizamos hoy. No planteaba máquinas que lograban recrear la capacidad cognitiva de los humanos; en cambio, trataba de mostrar lo deshumanizados que eran los puestos de trabajo en la era de la gran factoría productiva. Un siglo después parece que poco cambió: en 2015 le preguntaron al físico César Hidalgo si las máquinas podían pensar, retrucó: “la pregunta clave es si estamos formando personas que tengan la capacidad de pensar” (Brockman, 2015: 523).

¿Qué quiere decir esto de “capacidad de pensar” en el contexto actual? Con la aparición de las tecnologías digitales y la creación de entornos ricos en datos comenzó a forjarse una nueva división de tareas en el proceso productivo entre las máquinas y las personas. La **Figura 13**, inspirada en *Human+Machine* de Paul L. Daugherty y H. James Wilson, resume cómo se van redefiniendo los límites entre las tareas que hacen las personas y aquellas que les tocan a las máquinas en los sistemas de IA.

En esta nueva división de tareas, un amplio conjunto de habilidades que aseguraban a las personas ingresos estables suficientes para ser parte de la clase de la clase media ya no son valoradas: hacer transacciones, realizar tareas manuales rutinarias, desarrollar predicciones. Todas ellas reflejan la crítica de Capek y pueden ser realizadas en forma más eficiente y económica por las máquinas. También en esta nueva división de tareas un conjunto de habilidades que se consideraban poco importantes -y difíciles de acumular o estimular desde el entorno- pasaron a tener un rol central: se trata de las ahora famosas habilidades blandas. De acuerdo a la UNESCO, ejemplos de habilidades blandas son la motivación, la flexibilidad, el sentido de la responsabilidad, el manejo del tiempo y el autocontrol. Este breve repaso nos alerta de que este tipo de habilidades no solo son útiles para ser parte de los sistemas de IA; también son clave para el diseño del futuro y para el manejo de los riesgos en los hogares, que recaen crecientemente sobre el trabajador.

FIGURA 13. La nueva división de tareas entre máquinas y personas

División de tareas	Actividades solo para personas	Actividades de interacción personas-máquinas	Actividades solo para máquinas
Tipo de habilidades	Blandas-fundacionales	Técnicas/profundas	Las personas no aplican
Ejemplos	Liderar Crear Juzgar Dar propósito	Entrenar a la máquina Explicarle a la máquina Amplificar las capacidades humanas	Hacer transacciones Iterar Predecir

Fuente: elaboración propia en base a Daugherty y Wilson (2018).

Un segundo conjunto de habilidades que vuelven a ganar relevancia se asocia a entender la generalidad y el propósito de las tareas que componen el proceso productivo. En cierto sentido se trata del regreso del trabajo artesanal: productos no estandarizados, adaptados a los objetivos específicos de cada caso particular. Pero también se trata de adquirir una visión holística de los procesos para poder detectar cómo se relacionan las distintas partes de un todo. Para que un sistema de IA sea exitoso es necesario saber con precisión la totalidad de las tareas del proceso productivo, cómo se conectan esas tareas en distintos contextos y cuál es el subconjunto de ellas que puede ser representado como un base de datos que cumpla con las 4 Vs; solo aquellas personas con amplitud de visión pueden aportar ese elemento clave del sistema.

El sistema de factoría educativa que contamos antes no nos prepara, como dice David Epstein (2019), para “capturar y cultivar el poder de la amplitud, de la experiencia diversa y de la exploración interdisciplinaria” (p. 68). Absorber datos, no el descubrimiento de cosas nuevas, es la clave de esa factoría. En su correlato, la gran fábrica, la visión de conjunto era vedada para los trabajadores, y los tiempos y movimientos del proceso productivo quedaban en las celosas manos de los mandos gerenciales. Con un mercado de trabajo más fragmentado, les toca a los trabajadores adquirir la visión de conjunto que antes no necesitaba.

Por último están las habilidades requeridas para interactuar con las máquinas. Se trata de lo que conocemos como habilidades digitales, aunque como veremos no se limita a ellas. Daugherty y Wilson señalan dos conjuntos de habilidades que importan participar en los sistemas de IA.

En el primer caso las personas ayudan a un buen funcionamiento del sistema complementando a las máquinas. Por ejemplo, en la etapa de entrenamiento de los algoritmos es clave la generación de bases de datos, lo cual es menos una simple extracción de información pre-existente que la obtención, limpieza, evaluación y corrección de un conjunto amplio de huellas digitales. Para que en su uso posterior los sistemas no tengan sesgos ni comentan errores las bases de datos que se generan deben lograr una correcta representación del entorno, y en este objetivo las personas son fundamentales. Las habilidades para ser “higienista” de los datos son cada vez más relevantes en tanto se van multiplicando las fuentes de información para el entrenamiento y el uso de los sistemas de IA.

Las personas también deben ser capaces de explicarle a los algoritmos la estructura de los problemas a resolver. En este caso hacen falta habilidades digitales, pero también conocimiento específico sobre los posibles entornos y circunstancias de una decisión; sin ellos será imposible interpretar los datos (o saber cuáles datos importan a ese sistema y cuáles no). En ese sentido, no es casual que los equipos de personas con heterogeneidad etaria son los que mejor funcionan en el entrenamiento y la implementación los sistemas de IA. En estos casos es posible lograr la mixtura entre

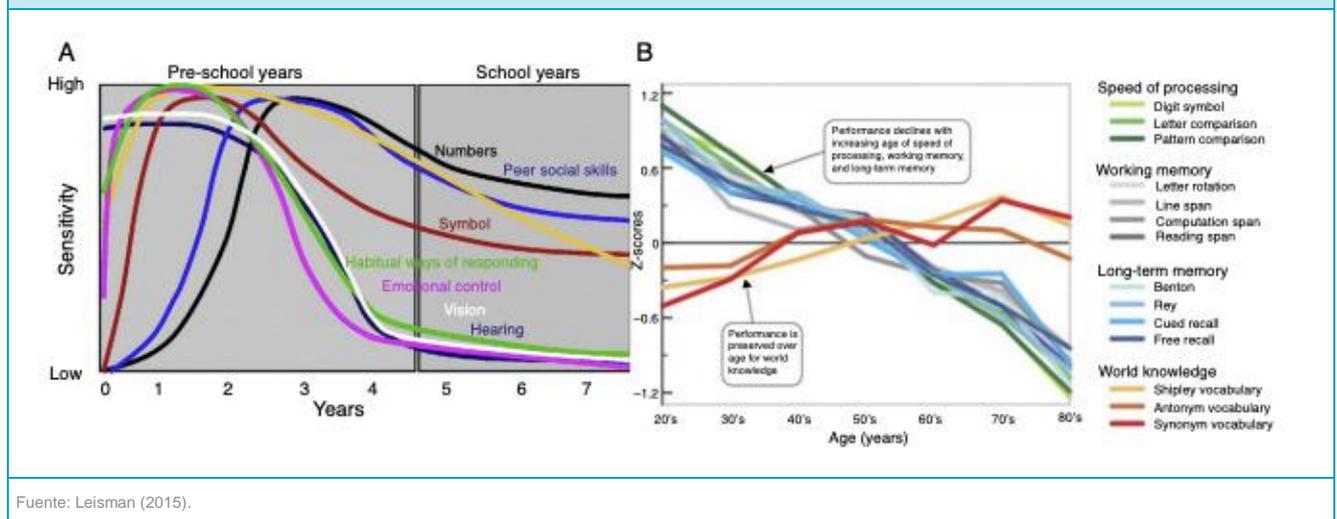
conocimiento digital (propio de los más jóvenes) y conocimiento que viene de la experiencia (propio de los más avanzados en edad) que hace falta para poner en marcha el sistema de IA. Chip Conley en su *Wisdom at Work* imagina un “vuelta al ruedo” laboral de personas que habían sido desplazadas con la llegada de las TICs y ahora, con estos sistemas que buscan complementar antes que automatizar, su conocimiento vuelve a ser muy valorado (Conley, 2018).

El segundo caso de habilidades para la interacción con las máquinas se refiere a las instancias donde la tecnología permite aumentar las capacidades cognitivas de las personas. Las habilidades humanas se refieren en este caso a la capacidad para reimaginar procesos y productos dadas las nuevas tecnologías, y diseñar la arquitectura para aprovecharlas. El ejemplo más obvio aquí es el mouse de Douglas Engelbart y su idea más general de innovaciones digitales para “aumentar el intelecto humano” (Engelhart, 1963). Los patrones que emergen de los datos y las reglas lógicas que a veces se nos escapan pueden ser provistos por el software, como es el caso del AUTOCAD o las soluciones de realidad aumentada aplicadas en los sectores industriales. Pero la cooperación no termina allí: también la forma en que la firma logra convertir cada una de sus actividades en datos útiles a la toma de decisiones es a través del uso de sensores instalados en las máquinas, insumos y productos y que se conectan entre sí, lo que se conoce como internet industrial de las cosas. El internet de las cosas dependerá críticamente del trabajo conjunto con las personas: desde su diseño e instalación hasta su monitoreo y mantenimiento posterior.

Por último, las habilidades digitales para ser parte de los sistemas de IA van un poco más allá, y se refieren a cómo forjamos nuestra identidad digital. Esto se manifestó claramente con el teletrabajo en tiempos de pandemia: una trabajadora que debía realizar sus tareas desde el punto remoto del hogar debió reconvertir un espacio privado en un espacio laboral. Y no solo por abrir el espacio físico de su hogar a las interacciones laborales, sino también por compartir información sobre datos, aplicaciones y software que ella utiliza en sus dispositivos. En ese sentido, la habilidad para restringir las posibles expansiones no deseadas del espacio laboral digital es clave. Por supuesto, esto no aplica sólo al teletrabajo: sin las habilidades correctas, las decisiones y los usos de datos de las plataformas que navegamos a diario son cajas negras que pueden dañar una relación laboral.

¿En qué etapa de la vida se forjan estas habilidades? Avances recientes en la neurociencia nos informan que la relación entre la biología y el entorno es bidireccional: la biología delimita nuestras interacciones con el entorno, pero también el entorno afecta al desarrollo biológico. En particular, es posible hoy detectar con mayor precisión los períodos críticos y sensitivos donde los estímulos externos afectan al desarrollo cognitivo. Gerry Leisman y sus colaboradores, por ejemplo, concluyen que hay dos períodos particularmente sensibles: la primera infancia y la adolescencia (**Figura 14**). Por supuesto, para aquellos no nativos digitales, el desafío está en desaprender algunas cosas y aprender otras en etapas más tardías.

FIGURA 14. Períodos sensitivos para el estímulo del desarrollo cognitivo.



Fuente: Leisman (2015).

## Argentina y las habilidades del futuro

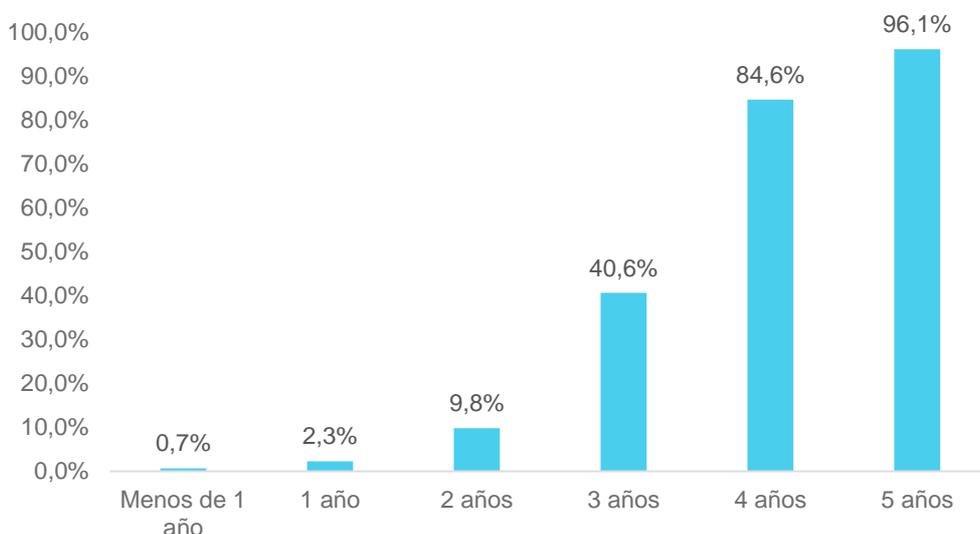
Comencemos por la primera infancia. ¿Cómo responde el sistema educativo argentino a este momento crítico en donde se sientan las bases para el aprendizaje y la igualdad de oportunidades? Entre las fortalezas del sistema, la Ley de Educación Nacional reconoció como unidad pedagógica en el año 2006 al nivel inicial, definido como la educación que va desde los 45 días de vida hasta los 5 años de edad (Steinberg, Cardini y Guevara, 2019). Las salas de 4 y 5 años son obligatorias y el Estado tiene la responsabilidad de garantizar acceso a todas las familias que soliciten una vacante para sala de 3 años, aunque este nivel no sea obligatorio aún.

El acceso a los diferentes subniveles etarios, sin embargo, es muy desigual, con una matriculación que alcanza al 96% de los niños y niñas en sala de 5 años, pero que se reduce al 85% para la sala de 4, al 41% para la sala de 3 y al 10% para la sala de dos. Las dificultades de acceso pueden deberse en parte a restricciones en la oferta educativa: la mayoría de las escuelas (90%) incluyen salas de 4 y/o 5 años, pero solamente la mitad ofrece sala de 3 y solo el 15% tiene jardín maternal.

Con respecto a la educación secundaria, en los últimos 50 años el desarrollo de habilidades en Argentina y buena parte del mundo emergente ha cambiado drásticamente. Primero, hubo un fuerte aumento en la cantidad de años de escolaridad: si en 1980 Estados Unidos aventajaba a Argentina en 5 años promedio de educación, hoy lo hace en algo más de 3 años. En segundo lugar, el gasto público en educación ha estado creciendo más rápido que el PBI, de manera que una mayor cantidad de recursos son orientados hacia la inversión en capital humano.

Sin embargo, ni la escolarización ni el gasto en educación pueden medir con precisión la evolución de los saberes y los conocimientos que va adquiriendo una sociedad. Como señala Lant Pritchett (2013) en su "The Rebirth of Education", escolarización no es sinónimo de aprendizaje. Cuando analizamos medidas más cercanas al aprendizaje, las perspectivas son más sombrías: el sistema de desarrollo de habilidades y conocimientos de Argentina falla en cumplir sus objetivos básicos de aprendizaje. Si recurrimos al Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA) que compila la OCDE, los resultados promedio de educación en Argentina son significativamente más bajos que los obtenidos en países de altos ingresos y en varios países de la región como Chile y Colombia.

FIGURA 15. Tasa de matriculación según edad simple de 0 a 5 años (2016)



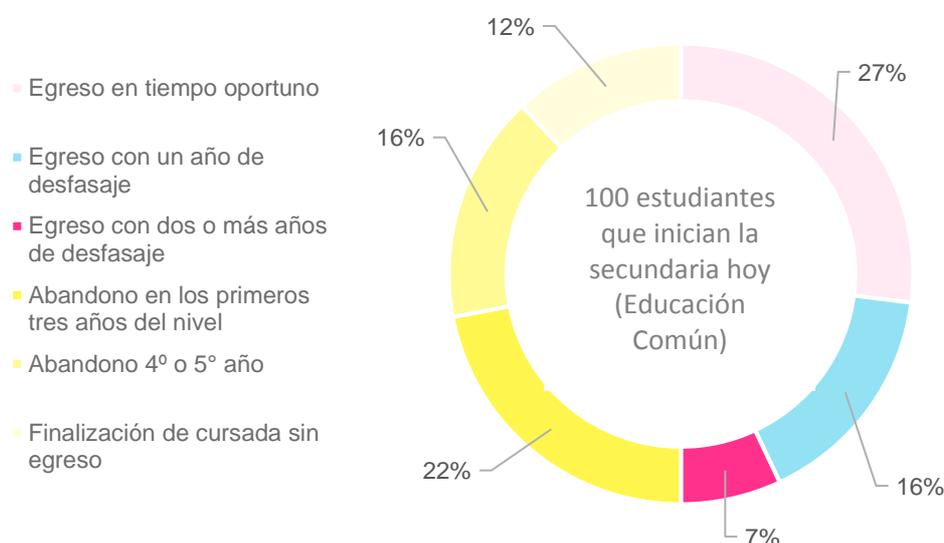
Fuente: Steinberg, Cardini y Guevara (2019).

Las pruebas de desempeño -y los análisis que de ellas se desprenden- no están exentos de controversia. En particular, en un contexto donde el conjunto de habilidades requeridas está en revisión y sabemos que a futuro serán clave mayores dosis de entendimiento de los procesos, de autocontrol y de motivación, un examen cuantitativo, estandarizado y sin seguimiento de las cohortes a lo largo del tiempo difícilmente nos informe sobre cómo una sociedad se prepara para el futuro. Por suerte (o por desgracia) no hace falta recurrir a las evaluaciones de desempeño para detectar las fallas del sistema de aprendizaje argentino en la educación secundaria. La mayoría de quienes egresan de la primaria se inscriben en la secundaria, pero de cada 100 ingresantes, solo egresa la mitad: 27% lo hace a la edad esperada y 23% con uno o dos años de rezago. La mitad restante no logra graduarse en el sistema de educación común, sino que 22% abandona durante los primeros tres años del ciclo, 16% lo hace en los últimos dos años y 12% finaliza la cursada con materias pendientes.

Entre quienes abandonan el sistema de educación común, algunos se gradúan posteriormente en programas de terminalidad educativa o modalidades para jóvenes y adultos. Aún así, de acuerdo a los datos de la CEPAL, el porcentaje de personas de áreas urbanas de entre 20 y 24 años con educación secundaria completa es de 71% en Argentina, inferior a la tasa de Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú, entre los países comparables de la región

Pasemos ahora a los saberes del mercado de trabajo actual. Desgraciadamente, Argentina no participa en las encuestas estandarizadas sobre habilidades y conocimientos de los trabajadores (las pruebas PIAAC de la OCDE y STEP del Banco Mundial). Por ello debemos aproximarnos al estado de las habilidades y los conocimientos indirectamente, a través de estimaciones que asumen que ciertos rasgos del mercado laboral argentino se asemejan a los del mercado laboral norteamericano. Lo que sí sabemos es que la porción de personas ocupadas que cuentan con estudios de educación superior es apenas del 25%, y que la participación de las mujeres en el mercado laboral es muy baja.

FIGURA 16. Resultados de cohorte teórica en el nivel secundario de la educación común (2017-2018).



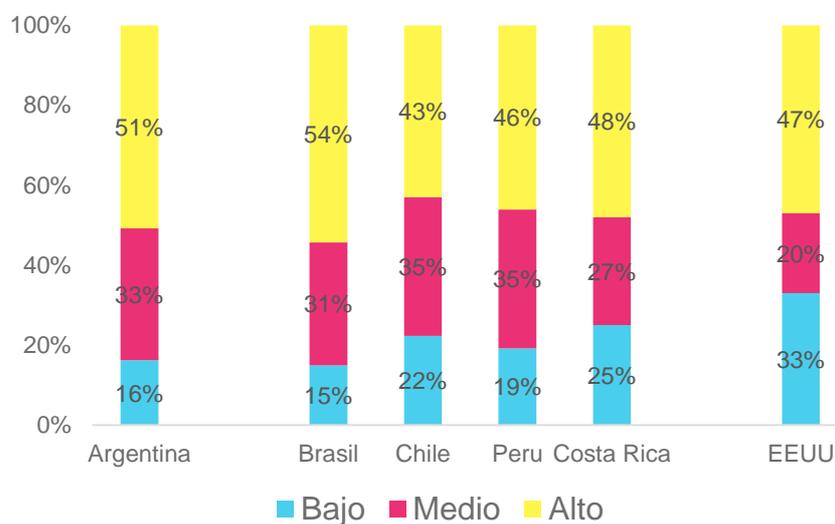
Fuente: Cardini y D'Alessandre (2019).

Como discutimos en la sección anterior, un conjunto de habilidades humanas será altamente requeridas a medida que se difunden la IA. Aunque existe mucha incertidumbre con respecto la composición de ese conjunto, Carl B. Frey y Michael A. Osborne de la Oxford Martin School construyeron tres grupos de habilidades: 1) percepción y manipulación en contextos complejos, 2) creatividad y 3) inteligencia social. Algunos empleos emblemáticos con este tipo de habilidades son, por ejemplo, las ocupaciones relacionadas con la educación y la salud o la psicología, y la dirección y coordinación de personas. Por el contrario, aquellas ocupaciones menos densas en estas cualidades, que requerirían un esfuerzo de readaptación de habilidades, incluyen a capturistas de datos, vendedores por teléfono u operadores de máquinas en diversos sectores.

En un estudio para el T-20, con Martin Rapetti seguimos a Frey y Osborne y estimamos la probabilidad de automatización de las ocupaciones actuales del mercado laboral para varios países de América Latina (Albrieu y Rapetti, 2019). ¿Qué encontramos para el caso argentino? El resultado, en perspectiva comparada con otros países seleccionados, se exhibe en la **Figura 17**. Nuestra estimación de los trabajadores en Argentina cuyas ocupaciones son intensivas en los tres grupos de habilidades complementarios con las nuevas tecnologías —percepción y manipulación en contextos complejos, creatividad e inteligencia social— asciende a casi 2 millones sobre un total de 12 millones de trabajadores cubiertos por la Encuesta Permanente de Hogares (EPH). Es decir, alrededor del 16% del total de ocupados<sup>16</sup>; el 84% restante requeriría inversión en capital humano en menor o mayor medida para readecuar sus habilidades. La diferencia clave con los países de altos ingresos está en el núcleo de personas ocupadas con las habilidades “correctas”: mientras aquí se trata de menos de 1/6 de las personas ocupadas, en Estados Unidos -y buen parte de Europa, aunque no se muestre en la **Figura 17**- ese porcentaje es cercano a 1/3.

<sup>16</sup> Este porcentaje se calcula sobre el total del empleo sobre el cual tenemos información suficiente para calcular las probabilidades de automatización correspondientes. De todas formas, en el caso argentino, la cantidad de empleo cubierto asciende al 99% del total del empleo.

FIGURA 17. Esfuerzo de readaptación de habilidades de los mercados de trabajo.



Fuente: Albrieu y Rapetti (2019).

### Islas de habilidades modernas

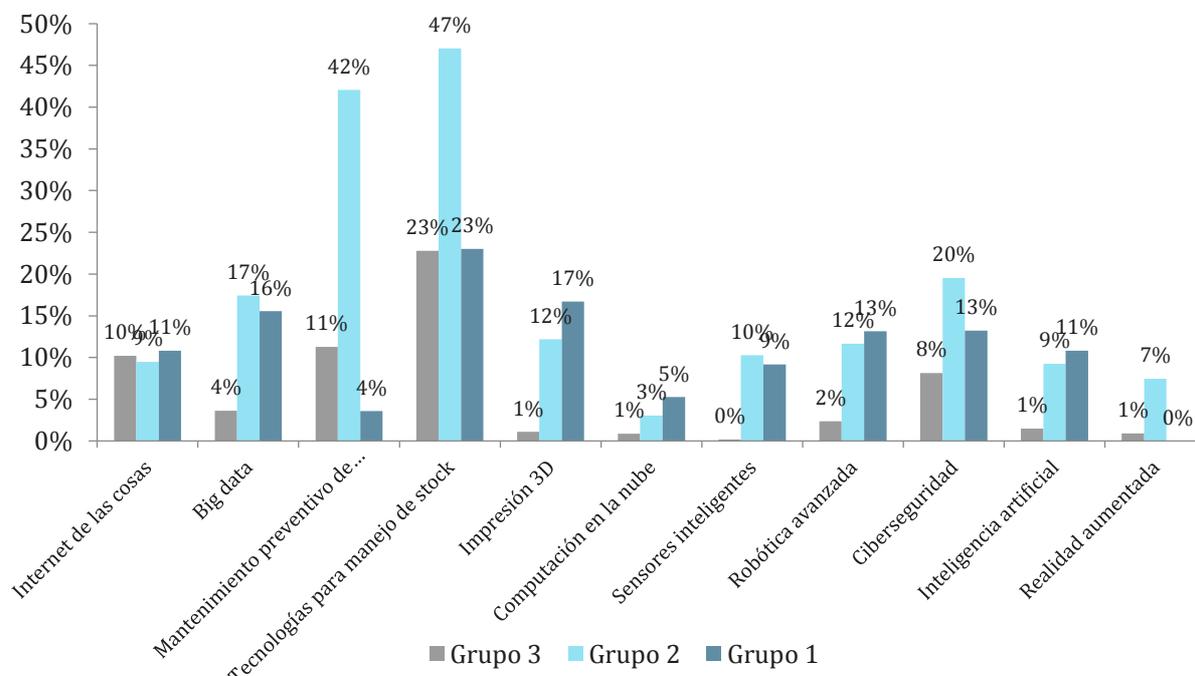
Esta heterogeneidad se reproduce en el mundo de las habilidades. En el agregado, solo entre 10% y 15% de las firmas consideró muy o algo importantes las habilidades relacionadas a tecnologías como computación en la nube, realidad aumentada o inteligencia artificial en los últimos dos años. Este patrón de demanda de habilidades es otra cara de la pausa de North que comentamos antes. Pero lo interesante es que, así como se bifurcan las trayectorias tecnológicas entre los cóndores, alpinistas y trekkers, también lo hacen los mercados laborales. De hecho, los datos de Travesía muestran que las firmas trekkers otorgan menor importancia relativa a las habilidades vinculadas a tecnologías 4.0 en las contrataciones que realizaron en los últimos dos años. La diferencia entre el ese grupo y el resto es particularmente notable en algunas de las tecnologías más avanzadas, como big data, impresión 3D, sensores inteligentes, robótica avanzada e inteligencia artificial (**Figura 18**).

Las brechas en términos de capital humano empiezan mucho antes. De hecho, en la educación inicial la cobertura solamente se acerca a la universalidad para la sala de 5 años. Pero además los niños y niñas con menores ingresos familiares tienen menor oferta y menor probabilidad de acceso a las instituciones: la brecha de asistencia por edad está presente para todas las niñas y niños pero, si se compara al quintil más rico con el quintil más pobre, se observa que se va ensanchando cuanto menor es la edad. A los dos años, el 53% de los niños de mayores ingresos asiste a alguna institución de crianza, enseñanza o cuidado, pero solo el 4% de los del menor quintil tiene esa oportunidad.

Si tomamos el índice de contexto social de la educación –que mide el entorno territorial de las escuelas– también se verifica menor oferta en el nivel inicial en los territorios más vulnerables, por ejemplo el 95% de las áreas clasificadas como de alta vulnerabilidad no ofrece sala de 2 años. Además, los niveles de educación no obligatorios (sala de 3 para abajo) están concentrados en instituciones privadas y aranceladas, lo cual excluye a la población de menores ingresos. Por lo tanto, Argentina no cuenta con una base curricular que alcance aún a la totalidad de ciclos del nivel

inicial, ni tampoco a sus salas obligatorias. Con este panorama, Argentina se distancia de las tendencias regionales: se trata del currículum poco actualizado, de alcance limitado y sectorial.

FIGURA 18. Respuestas “muy importante”, por tecnologías y grupos (últimos 2 años) (en porcentaje)



Fuente: Albrieu et al. (2019).

## 5. Olvidando al Golem, hilando el quipu. Políticas para hacer la revolución, y que sea inclusiva

El estudio del significado y usos originales de los quipus es materia compleja porque, más allá de una relativa homogeneidad en la fijación de los nudos en el hilado, cada quipu es singular. Fray Antonio de la Calancha, cronista de Charcas (hoy parte de Bolivia), sostenía que cada una de las cuatro provincias incaicas tenía su propia simbología en el quipu, lo cual daba cuenta de las diferencias culturales y de experiencias entre ellas.

Algo similar ocurre con el impacto laboral de los cambios tecnológicos. Frente a la oportunidad que ofrecen las innovaciones tecnológicas asociadas a la IA, los países van abriendo nuevos espacios de interacción entre máquinas y personas en función a objetivos, capacidades y experiencias propias. Cada apertura genera tensiones, amenazas y demandas al *statu quo*, las cuales tendrán que ser procesadas y resueltas para poder asegurar al mismo tiempo dinamismo e inclusión. El quipu que cuente este proceso será único para cada comunidad, distinto a los demás.

¿Cómo será este quipu para Argentina? Le agregamos a esta pregunta un llamado a la acción, a la construcción de futuro: ¿Cómo podemos direccionar el cambio tecnológico

para que los nuevos empleos aseguren dinamismo e inclusión? En los países ricos el cambio tecnológico va corriendo fronteras, creando un futuro mejor pero también fricciones y fragmentación, todo lo cual debe ser procesado y administrado. En Argentina el statu quo es uno de fragmentación, desigualdad y bajo dinamismo. El statu quo opera además no como elemento que se resquebraja sino como factor de inmovilidad. No es que el cambio amenace el statu quo; es que el statu quo impide el cambio.

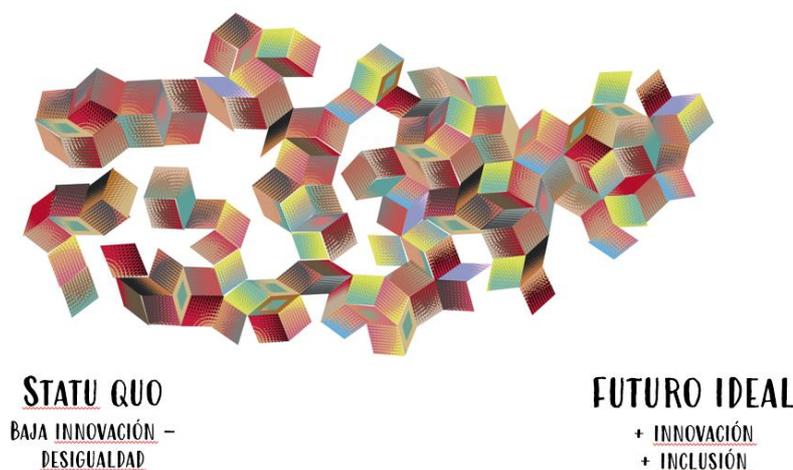
¿Cómo romper el statu quo y construir un futuro distinto? Cerramos el documento con cuatro ejes de política para pensar el cambio tecnológico y el futuro del trabajo en Argentina. Para, partiendo de una situación de fragmentación y bajo dinamismo, pasar a otra de cambio tecnológico acelerado e inclusivo. La tarea es entonces construir un quipu tan rico en dinamismo e inclusión como el que exhibe en la **Figura 19**.

El primer eje se refiere a la macroeconomía: es imposible construir futuro con una macroeconomía inestable. La falta de estabilidad macroeconómica representa un entorno complejo para las firmas que quieren estimular el cambio tecnológico, dando que en gran medida la transformación digital es una apuesta de largo plazo. Las crisis recurrentes operan como un “quiebre” en el horizonte de planificación, con el consecuente acortamiento temporal en la toma de decisiones. No es casual que en países inestables la tasa de inversión sea baja, y que las apuestas de largo aliento sean escasas.

En contextos macroeconómicos inestables la conducta empresarial se dirigirá a opciones menos costosas y más flexibles, esto es, con menores pérdidas en escenarios negativos y con salidas o reversiones rápidas en casos de cambios repentinos de contexto. Así, en un contexto que genera una alta preferencia por la flexibilidad, el acortamiento del horizonte temporal premia los proyectos de inversión de corto plazo por sobre los de largo plazo, y las ganancias esperadas de proyectos más riesgosos se descuentan con una tasa excesivamente alta. Como señala el economista Jorge Katz, en estos contextos la conducta empresarial deviene defensiva y con poca visión de futuro<sup>17</sup>.

FIGURA 19. El quipu a construir en Argentina: de bajo dinamismo y desigualdad a alto dinamismo e inclusión

LA NARRATIVA IDEAL SOBRE CAMBIO TECNOLÓGICO Y FUTURO DEL TRABAJO EN ARGENTINA PUEDE LEERSE DE IZQUIERDA A DERECHA.



Fuente: Elaboración propia

<sup>17</sup> Véase por ejemplo Katz (1993).

El cortoplacismo excede por supuesto al mundo empresarial, y se manifiesta en varias dimensiones que hacen al largo plazo, como la infraestructura o la inversión en capital humano. En estos contextos el sistema financiero también muta: en vez de evaluar el retorno específico de cada proyecto, el financiamiento se basa en la calidad de la garantía o colateral con el que se toma la deuda. Se mira entonces al pasado en vez de mirar al futuro.

El segundo eje se refiere al ritmo de transformación digital. Como se necesita un enfoque holístico, la principal recomendación aquí sería aprender de lo que otros países están haciendo para acelerar la transformación y desarrollar un programa nacional de Inteligencia Artificial o de Industria 4.0. En tanto este tipo de programas suelen incluir provisiones asociadas a cuestiones de aprendizaje y entornos regulatorios, podría actuar como la cuerda primaria (o principal) del quipu.

¿Qué debería contener este plan? En la narrativa global de la sección 2 vimos que la clave es lograr un mayor entendimiento en la sociedad sobre los beneficios y costos de las nuevas tecnologías. Para ello, a su vez, es necesario que la IA salga de la esfera de las ciencias duras y pueda ser entendida y procesada por las ciencias sociales y por los tomadores de decisión en la esfera pública. Se trata, siguiendo a Herbert Simon, de avanzar en la ciencia de lo artificial, para hacer al estudio de IA una materia interdisciplinaria y orientada a mejorar la explicabilidad de las soluciones tecnológicas implementadas.

Por supuesto, una parte importante del aprendizaje le corresponde al ciudadano, para que, como señala Cristóbal Cobo para el caso de las plataformas, deje de “aceptar las condiciones y ya”, sin mirar los riesgos implicados. Pero es clave el rol de la política pública para lograr un diálogo informado sobre los desafíos que abre el uso de cada tecnología; después de todo, los ciudadanos sabemos muy poco sobre cómo funcionan realmente los artefactos con los que interactuamos. En ese sentido, las políticas públicas no pueden ser reemplazadas por buenas prácticas. El objetivo en la promoción desde el sector público del aprendizaje algorítmico debe ser doble: que la tecnología se adapte al contexto y no al revés, y que no opaque la matriz de derechos y obligaciones de las partes de una relación laboral.

Para el caso argentino el esquema de políticas debe ser más ambicioso porque es crucial evitar el bloqueo al cambio. Este bloqueo reconoce distintas fuentes en función a la heterogeneidad del sistema productivo argentino, de manera que las políticas productivas a implementar deben ser inclusivas por diseño. De los obstáculos al cambio tecnológico que detectamos en Travesía 4.0 surge un conjunto de medidas diferenciadas para promover la implementación de sistemas de IA en el aparato productivo argentino.

Para las empresas que ya encararon la transformación digital y muestran dinamismo, los cóndores, la clave está en mejorar la provisión de bienes públicos, lo cual incluye a la infraestructura digital pero también a la estabilidad macroeconómica. También es clave adecuar los sistemas regulatorios e impositivos para no frenar el impulso de innovación; recordemos que se trata de empresas que están tomando riesgo y que -esto es crítico para la macroeconomía- están conectadas a los mercados globales. Por lo tanto, el diseño y la implementación de las políticas también deben concebirse de manera tal que las agendas sobre producción, formación, innovación y comercio exterior estén mucho más articuladas e inclinadas a generar sinergias.

En el caso de las empresas con algunos avances en la transformación digital – los alpinistas-las políticas públicas parecen tener la misión de acelerar procesos y lograr que las transformaciones sean mucho más profundas que en la actualidad. Estas empresas tienen modelos de negocios con potencial para evolucionar hacia sistemas de IA, aunque a las demandas de mejor infraestructura y estabilidad macroeconómica se suma la dificultad para recurrir a los mercados de factores complementarios: el

talento, el financiamiento y el paquete tecnológico. El cambio tecnológico es riesgoso, de manera que la política pública debe absorber parte de ese riesgo, sea a través de subsidios a la I+D o una política de compras públicas con objetivo de innovación. Sobre el capital humano hablaremos más adelante; sobre las soluciones del paquete tecnológico, la política pública debe incentivar una mayor conexión e intercambio de información entre la oferta y la demanda de tecnología, al tiempo que se necesitan incentivos tributarios y aduaneros para la importación del hardware.

Por último, están las empresas “trekkers”, alejadas de la transformación digital y poco dinámicas. Allí a los obstáculos señalados antes hay que sumarse el sesgo al statu quo dentro de la empresa. Por ello las políticas públicas deben tener como eje una redefinición del modelo de negocios y un incremento en las capacidades de gestión empresarial antes que una modernización de sus sistemas productivos o una renovación de sus productos. Se trata del desafío más complejo ya que son empresas rezagadas tanto en términos relativos como también absolutos. Estas empresas se caracterizan por no utilizar aún hoy todas las posibilidades tecnológicas disponibles. Muchas operan en paradigmas tecnológicos antiguos, todavía lejanos a las tecnologías digitales.

El tercer eje de políticas para el hilado de nuestro quipu se refiere a la formación de capital humano.

Así, la primera recomendación de política pública es generalizar la política educativa para la primera infancia. Menos del 10% de los niños y niñas del país concurre a una institución educativa. En esta etapa vital se fijan las bases de la estructura cerebral, de manera que constituye un período clave para desarrollar habilidades cognitivas básicas y socio emocionales. Es, además, un período clave para nivelar las oportunidades de desarrollo entre los sectores socioeconómicos más y menos aventajados. A esta recomendación, que vale para todos los países, hay que sumarle para el caso argentino dos factores que hacen a la inclusión. El primero, que el foco debe estar en los más desfavorecidos: allí la concurrencia a las instituciones educativas de primera infancia es mucho más baja que en estratos medios y altos de la sociedad. El segundo, que en un país federal debe buscarse por diseño que las provincias con menores capacidades no perpetúen ese rezago por diferencias en sus esquemas curriculares.

La segunda recomendación se refiere a la educación formal posterior a la primera infancia. Allí urge mejorar la calidad de la educación básica para poder incorporar habilidades y conocimientos generales más avanzados, muchos de ellos de naturaleza digital. Eso requiere fomentar y mejorar las condiciones de la carrera docente, mejorar los diseños curriculares, invertir en infraestructura y atender especialmente al nivel secundario. Allí es importante reducir los elevados niveles de deserción (recordemos que la mitad de los alumnos no termina la secundaria). También se requiere aquí adaptar la educación terciaria y universitaria para facilitar el pasaje al mundo del trabajo. Esto implica por supuesto potenciar los mecanismos de educación y formación técnica y profesional -incluyendo la escuela media- e intensificar la interacción entre el mundo del empleo y el mundo empresarial.

Por último está el tema del aprendizaje a lo largo de la vida. Las empresas dinámicas y de cierto tamaño se permiten diseñar mecanismos *in-house* para readaptar habilidades, pero ello no es usual fuera de este grupo selecto. Por eso hay que fomentar a la educación técnica y profesional; sumándole el hecho de que estas instancias tienen que ser rediseñadas para hacerlas más inclusivas. En Argentina, al igual que en buena parte del mundo emergente, este tipo de formación no llega a las personas de baja calificación, que tienen contratos de corto plazo, que cobran bajos salarios, que trabajan en medianas y pequeñas empresas, que son mujeres.

Hacia más adelante, en este contexto tan dinámico, lo óptimo sería crear una agencia pública para la anticipación de las competencias laborales. Allí, la combinación de

información sobre el mercado laboral (LMS por sus siglas en inglés) con modelos de pronósticos de habilidades e investigaciones cualitativas pueden servir de guía para la orientación de las políticas educativas (diseños curriculares, formación docente, incorporación de tecnologías digitales, etc.) y el diseño de los incentivos para la capacitación profesional en las empresas.

El último eje se refiere al entorno regulatorio requerido para los trabajos del futuro. De la narrativa global se desprende que, frente a la ruptura del modelo de la gran factoría productiva se hace necesario moverse a esquemas más flexibles, y que pongan el foco en la persona y no en el puesto de trabajo. Esto implica buscar mecanismos alternativos para administrar los riesgos laborales más acuciantes, y quizás en un futuro no tan lejano, separar la administración de los riesgos de los hogares (en particular las grandes pérdidas) de la relación laboral.

De la adaptación de la discusión al caso argentino aprendimos que una porción importante del mercado laboral argentino no ocurre en relaciones salariales con beneficios sociales. En este caso detectar los “puntos de entrada” que otorgan las huellas digitales en las plataformas es clave, y diseñar mecanismos para aplicar a partir de allí políticas de soporte y administración del riesgo es el segundo paso necesario.

Por último, el futuro no sería inclusivo sin atacar las severas brechas de desigualdad que existen en nuestro mercado de trabajo. En particular, la baja tasa de participación en los mercados laborales (51% contra 71% de los hombres) y el techo de cristal en términos de categorías ocupacionales (el 9,5% de los varones ocupados tiene puestos de jefatura o dirección, mientras que esta figura para las mujeres es del 6%) son dos ejes en los que hay mucho por trabajar si se quiere un futuro con mejores empleos para todos y todas.

## Bibliografía

African Development Bank; Asian Development Bank; European Bank for Reconstruction and Development; y Inter American Development Bank (2018). The Future of Work: Regional Perspectives. Disponible en <https://www.adb.org/documents/adb-annual-report-2017>

Aghion, P.; Jones, N. and C. I. Jones (2019), Artificial Intelligence and Economic Growth. En Agrawal, A.; Gans, J.; y A. Goldfarb (eds.), The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda. Chicago University Press.

Agrawal, A.; Gans, J.; y A. Goldfarb (2018), Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence. Harvard Business Review Press.

Albrieu, R.; Rapetti, M.; Brest López, C.; Larroulet, P. y A. Sorrentino (2018), "Inteligencia artificial y crecimiento económico. Oportunidades y desafíos para Argentina". CIPPEC-Microsoft. Disponible en: <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2018/11/ADE-ARG-vf.pdf>

Albrieu, R.; Basco, A.; Brest López, C.; De Azevedo, B.; Peirano, F.; Rapetti, M. y G. Vienni (2019), Travesía 4.0: Hacia la transformación industrial argentina. Disponible en [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Traves%C3%ADa\\_4.0\\_hacia\\_la\\_transformaci%C3%B3n\\_industrial\\_argentina\\_es\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Traves%C3%ADa_4.0_hacia_la_transformaci%C3%B3n_industrial_argentina_es_es.pdf)

Albrieu, R. y M. Rapetti (2018), ¿Robots en las pampas? Futuros alternativos para el mercado de trabajo argentino. Documento de Políticas Públicas / Recomendación N°210. Buenos Aires: CIPPEC. Disponible en:

[210-DPP-ADE-Robots-en-las-pampas-Rapetti-y-Albrieu-diciembre-2018-vf.pdf](https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2018/11/210-DPP-ADE-Robots-en-las-pampas-Rapetti-y-Albrieu-diciembre-2018-vf.pdf) (cippec.org)

Albrieu R. y M. Rapetti (2019), The G20 and the Reskilling Effort to Bring the Fourth Industrial Revolution to Emerging Countries: Some Insights from Latin America. T20 Japón, disponible en: <https://t20japan.org/tag/ramiro-albrieu/>

Allen, R. (2009), "Engels' pause: Technical change, capital accumulation, and inequality in the british industrial revolution." Explorations in Economic History 46(4).

Bell, S. (2004), Foundations of Future Studies: Volume 1: History, Purposes, and Knowledge. Routledge.

Bessen J. (2019), "Artificial Intelligence and Jobs: The Role of Demand." En Agrawal, A.; Gans, J.; y A. Goldfarb (eds.), The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda. Chicago University Press.

Boden, M. (2006), Mind as Machine. A history of cognitive science. Oxford University Press.

Boix, C. (2019), Democratic Capitalism at the Crossroads: Technological Change and the Future of Politics. Princeton University Press.

Bresnahan, T. y M. Trajtenberg (1995), "General Purpose Technologies: "engines of growth"?. Journal of Econometrics 65.

Brockman, J. (2015), What to Think About Machines That Think: Today's Leading Thinkers on the Age of Machine Intelligence. Harper Perennial.

Cardini, A. y V. D'Alessandre (2019), *Transformar la Educación Secundaria. Metas Estratégicas para Transformar Argentina*. Buenos Aires: CIPPEC.

Conley C. (2018), *Wisdom at Work: The Making of a Modern Elder*. Currency ed.

Daugherty P. y H.J. Wilson (2018), *Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI*. Harvard Business Review Press.

Deichman, U. y D. Mishra (2019), "Marginal Benefits at the Global Margins: The Unfulfilled Potential of Digital Technologies". En M. Graham (ed), *Digital Economies at Global Margins*. The MIT Press.

Epstein, D. (2019), *Range: Why Generalists Triumph in a Specialized World*. Riverhead Books.

Friedman, T. (2017) *Thank You for Being Late: An Optimist's Guide to Thriving in the Age of Accelerations*. Ed. Picador.

Fry, H. (2018). *Hello World: Being Human in the Age of Algorithms*. W. W. Norton & Company.

Gidley J. (2017), *The Future: A Very Short Introduction*. Oxford University Press.

Gitelman, L. (2013). *Raw Data Is an Oxymoron*. The MIT Press.

Goldin C. y L. Katz (2008), *The Race between Education and Technology*. Belknap Press.

Jordan, J. (2016), *Robots*. MIT Press Essential Knowledge series.

Katz, J. (1996), *Estabilización Macroeconómica, Reforma Estructural y Comportamiento Industrial*. Alianza Editorial.

Kelleher, J. (2019), *Deep Learning*. MIT Press Essential Knowledge series.

Lipsey, R.; Carlaw H. y C. T. Bekar (2006). *Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long Term Economic Growth*. Oxford University Press.

Maeda, J. (2019), *How to Speak Machine: Computational Thinking for the Rest of Us*. Ed. Portfolio.

MIT (2020), *The Work of the Future: Building Better Jobs in an Age of Intelligent Machines*. MIT work of the future initiative.

Mokyr, J.; Vickers, C.; y N. Ziebarth (2015), "The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?". *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3).

Moravec, H. (1988), *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*. Harvard University Press.

NASEM (2020), *Information Technology Innovation: Resurgence, Confluence, and Continuing Impact*. Disponible en: [Information Technology Innovation: Resurgence, Confluence, and Continuing Impact | The National Academies Press \(nap.edu\)](https://www.nap.edu/publications/14882)

Nisbet, R. (1994), *History of the Idea of Progress*. Ed. Routledge.

Nye, D. (1990), *Electrifying America: Social Meanings of a New Technology, 1880-1940*. The MIT Press.

Ogburn, W. (1922), *Social Change with Respect to Culture and Original Nature*. Disponible en: *Social Change with Respect to Culture and Original Nature - William Fielding Ogburn - Google Books*

Polanyi, K. (1944), *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*. Beacon Press.

Pratt, G. A. (2015), "Is a Cambrian Explosion Coming for Robotics?" *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3).

Pritchett, L. (2013), *The Rebirth of Education: Schooling Ain't Learning*. Center for Global Development.

Rapetti, M.; Carreras Mayer, P.; Brest López, C. y A. Sorrentino (2019), "Exportar para crecer". Disponible en <https://www.cippec.org/publicacion/exportar-para-crecer/>

Rifkin, J. (2015), *Zero Marginal Cost Society*. Ed. Griffin.

Rosenberg, N. y L. Birdsell (1987), *How the West Grew Rich: The Economic Transformation Of The Industrial World*. Basic Books.

Sejnowski, T. (2018), *The Deep Learning Revolution*. The MIT Press.

Sennett, R. (2007), *The Culture of the New Capitalism*. Yale University Press.

Skilton, M. y F. Hovsepian (2018), *The 4th Industrial Revolution: Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business*. Palgrave Macmillan.

Steinberg, C.; Cardini A. y J. Guevara (2019), *Mapa de la educación inicial: los primeros años cuentan*. Disponible en: *CIPPEC-UNICEF-Mapa-de-la-Educación-Inicial-Documento-sintesis.pdf*

Taddy, M. (2019), *The Technological Elements of Artificial Intelligence*. En Agrawal, A.; Gans, J.; y A. Goldfarb (eds.), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*. Chicago University Press.

Weber M. (2001), *La ética protestante y el "espíritu" del capitalismo*. Alianza Editorial.

## Acerca del autor



Las opiniones expresadas en este documento no reflejan necesariamente la posición institucional de CIPPEC en el tema analizado.

Ramiro Albrieu

– Investigador principal del Programa de Desarrollo Económico de CIPPEC  
Licenciado en Economía (Universidad de Buenos Aires). Investigador asociado del CEDES e investigador asociado no residente del Commitment to Equity Institute de la Universidad de Tulane.

Se agradece los invaluable comentarios, análisis de datos y sugerencias de Megan Ballesty y Rafael Rofman y las ideas y conceptos de Federico Avella. Como el documento se basa en investigaciones que realizamos en el Area de Desarrollo Económico de CIPPEC a lo largo de los últimos años, debo agradecer a las personas involucradas en estas investigaciones: Martín Rapetti, Caterina Brest López, Alejo Sorrentino y Patricio Larroulet. También se presentan aquí ideas y evidencia que hemos generado con investigadoras e investigadores de otras instituciones, a las cuales agradezco. Por último, se agradece a Google por el financiamiento.

Para citar este documento:

Albrieu, R. (febrero de 2021). A la revolución hay que hacerla. El futuro del trabajo en Argentina frente a la cuarta revolución industrial. *Documento de Trabajo N°202*. Buenos Aires: CIPPEC.



Por medio de sus publicaciones, CIPPEC aspira a enriquecer el debate público en la Argentina con el objetivo de mejorar el diseño, la implementación y el impacto de las políticas públicas, promover el diálogo democrático y fortalecer las instituciones.

Los Documentos de Trabajo de CIPPEC buscan contribuir al conocimiento sobre un tema, ser una fuente de consulta de investigadores y especialistas, y acortar la brecha entre la producción académica y las decisiones de política pública.

CIPPEC alienta el uso y divulgación de sus documentos sin fines comerciales. Las publicaciones de CIPPEC son gratuitas y se pueden descargar en [www.cippec.org](http://www.cippec.org)

---

## ¿QUIÉNES SOMOS?

CIPPEC es una organización independiente, apartidaria y sin fines de lucro que produce conocimiento y ofrece recomendaciones para construir mejores políticas públicas.

## ¿QUÉ HACEMOS?

CIPPEC propone, apoya, evalúa y visibiliza políticas para el desarrollo con equidad y crecimiento, que anticipen los dilemas del futuro mediante la investigación aplicada, los diálogos abiertos y el acompañamiento a la gestión pública.

## ¿CÓMO NOS FINANCIAMOS?

CIPPEC promueve la transparencia y la rendición de cuentas en todas las áreas de la función pública y se rige por esos mismos estándares. El financiamiento de CIPPEC está diversificado por sectores: cooperación internacional, empresas, individuos y gobiernos. Los fondos provenientes de gobiernos se mantienen por debajo del 30 por ciento del presupuesto total.

[www.cippec.org](http://www.cippec.org)

---



@CIPPEC



@CIPPEC



/cippec.org



/cippec