

# ROBOTIZACIÓN

EL FUTURO DEL TRABAJO  
EN LA INTEGRACIÓN 4.0  
DE AMÉRICA LATINA



## BIENVENIDA

10

**Estar preparados**  
ANTONI ESTEVADEORDAL

11

**Clave de oportunidad**  
MARCELO CABROL

12

**Un contrato social tecnológico  
para América Latina**  
GUSTAVO BELIZ

## INTEGRACIÓN HÍBRIDA



26

**¿Trabajadores versus robots?**

CARL FREY

36

**“Debemos impedir la fragmentación  
del mercado de trabajo”**

DANI RODRIK



42

**Innovación y habilidades  
en América Latina**

DIEGO ABOAL - GONZALO ZUNINO

58

**Capitalismo colaborativo**

ARUN SUNDARARAJAN



70

**La metamorfosis del trabajo**

JOSÉ MANUEL SALAZAR-XIRINACHS

84

**Dinamarca y el primer  
embajador digital**



86

**El transporte del mañana**

ALEJANDRO ZAMPONI

98

**Cirugía robótica**



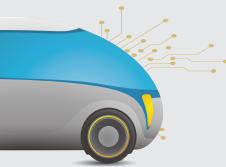
**102 El salto de productividad**  
ANDRES CADENA, SUSAN LUND, JACQUES BUGHIN  
Y JAMES MANYIKA

**El mundo en 2050**  
THE MILLENNIUM PROJECT **184**



**116 Competitividad y cadenas globales de valor**  
GAAITZEN DE VRIES

**Eficiencia y mercado laboral**  
**Robots que crean empleo**  
JOE GEMMA **192**



**126 ¿Deslocalización o relocalización?**  
**El caso de la industria automotriz**  
BIANCA PACINI - LUCA SARTORIO

**Cambio exponencial**  
**Tendencias de una Europa con incertidumbres**  
MARTIN RHISIART **194**



**140 Agricultura de precisión**

**Made in China 2025**  
TANG JUN **204**



**144 ¿Sesgo anti-innovación?**  
**El impacto tecnológico de los acuerdos comerciales**  
SANTIAGO CHELALA - INMACULADA MARTÍNEZ-ZARZOSO

**La utopía posible**  
**Tecnología futurista y calidad de vida**  
MINGMING GUO - HUA ZHANG  
GUANZHI ZHANG - JIANWEN HUO **216**



**158 Nanosatélites en Centroamérica**

**La robotización en la provincia de Zhejiang**  
JINYU WU - SHUXI YIN **232**

**160 “El comercio produce un derrame tecnológico”**  
JOHN VAN REENEN

**“Tenemos que enseñar a los jóvenes a pensar por sí mismos”**  
MANUEL BLUM **236**



**166 Big Data y comercio electrónico**  
**Desafíos para la integración**  
WALTER SOSA ESCUDERO - NOELIA ROMERO

**Una cuenta satélite para medir la nueva economía**  
ARIEL COREMBERG - BEATRIZ NOFAL **240**



**180 Gobiernos abiertos**

**Computación en nube**  
**La reconversión del espacio en red**  
ROBERT IVANSCHITZ - DANIEL KORN **256**



**266 El empleo en la Cuarta Revolución Industrial**  
CARMEN PAGÉS - LAURA RIPANI

**278 Desocupados de cuello blanco**  
DANIEL SUSSKIND



**290 Automatización inteligente**  
SENÉN BARRO

**304 “Necesitamos garantizar beneficios de seguridad social para los freelancers”**  
ALAN KRUEGER



**308 Transformación productiva**  
Oportunidades para países de ingresos medios  
IRMGARD NÜBLER

**324 Impresión 3D para viviendas**

**326 “La clave pasa por la educación y el sistema de incentivos”**  
ROBERT AUMANN



**330 ¿Hacia un ingreso ciudadano universal?**  
CRISTINA CALVO

I&C N°42, Año 21, Agosto 2017

ISSN: 1995-9524 | R.P.I. 5343494

Publicación propiedad del Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe, Banco Interamericano de Desarrollo (BID-INTAL). Todos los derechos reservados. Esmeralda 130 piso 16 - CABA.

Copyright © 2017 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-No Comercial-Sin Obras Derivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL).

El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



**Comité de dirección** / Antoni Estevadeordal y Gustavo Beliz.

**Diseño** / Andrea Pellegrino y Santiago Fraccarolli.

**Corrección** / Yamila Rubbo.

**Comité editorial** / Alejandro Ramos Martínez, Ana Inés Basco, Ramiro Conte Grand, Mariana Pernas y Santiago Chelala.

**Traducción** / María Inés Martiarena y Victoria Patience.



# PENSAMIENTO DE FRONTERA

Más de 40 expertos mundiales contribuyeron con sus ideas a imaginar el futuro del trabajo y la integración 4.0 de América Latina

**Robert J. Aumann**  
Premio Nobel de Economía

**Luca Sartorio**  
Universidad Torcuato Di Tella

**Daniel Susskind**  
Balliol College Oxford University

**Beatriz Nofal, Ariel Coremberg y Cristina Calvo**  
Universidad de Buenos Aires

**Inmaculada Martínez-Zarzo**  
Universidad de Göttingen

**Martin Rhisiart**  
University of South Wales

**Robert Ivanschitz y Daniel Korn**  
Microsoft

**Arun Sundararajan**  
New York University

**Dani Rodrik**  
Harvard University

**Diego Aboal y Gonzalo Zunino**  
Centro de Investigaciones Económicas (CINVE) de Uruguay

**Tang Jun**  
Zhejiang International Studies University

**Jinyu WU y Shuxi YIN**  
Zhejiang Gongshang University y Hefei Industry University

**Gustavo Beliz y Santiago Chelala**  
Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe (BID-INTAL)

**Senén Barro**  
Universidad de Santiago de Compostela

**Alejandro Zamponi**  
IIRSA-COSIPLAN/INTAL

**Alan Krueger**  
Princeton University

**Walter Sosa Escudero, Natalia Romero y Bianca Pacini**  
Universidad de San Andrés

**José Manuel Salazar-Xirinachs y Irmgard Nübler**  
Organización Internacional del Trabajo (OIT)

**James Manyika, Jacques Bughin, Andres Cadena y Susan Lund**  
McKinsey Global Institute (MGI)

**Anders Samuelson**  
Canciller de Dinamarca

**John Van Reenen**  
Massachusetts Institute of Technology (MIT)

**Manuel Blum**  
Carnegie Mellon University

**Carl Frey**  
Oxford Martin School

**Joe Gemma**  
Federación Internacional de Robótica

**Antoni Estevadeordal, Marcelo Cabrol, Carmen Pagés y Laura Ripani**  
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

**Mingming GUO, Hua ZHANG, Guanzhi ZHANG y Jianwen HUO**  
Universidad de Ciencia y Tecnología del Suroeste de China

**Jerome Glenn**  
The Millennium Project

**Gaaitzen de Vries**  
University of Groningen

# Estar preparados



ANTONI ESTEVADEORDAL

Gerente del Sector de Integración y Comercio  
Banco Interamericano de Desarrollo

La Cuarta Revolución Industrial del siglo XXI está generando cambios estructurales en el comercio y el empleo, como lo hicieron las revoluciones tecnológicas de los siglos XIX y XX. Nuevas tecnologías como la internet de las cosas, la computación en nube, la inteligencia artificial, la cadena de bloques o la impresión 3D, solo para mencionar algunas, están alterando la forma de producir e intercambiar bienes y servicios, a la vez que crece una hiperconectividad propia de la economía digital.

La internet de las cosas permite la creación de nuevas redes de comercio y mejora la eficiencia de las cadenas de suministros. Se reducen así las barreras a la entrada, el mercado se expande y se potencia el alcance de las políticas de integración. Surgen posibilidades para el monitoreo del tránsito de bienes, la seguridad del transporte de carga, la preservación de la calidad del producto, la optimización de la planificación de rutas para bajar costos, la eficiencia en la entrega y la relación con el cliente.

La computación en nube y el *big data* han posibilitado avances en la logística de almacenamiento o el comercio por envíos postales, así como el análisis en tiempo real del tránsito, acotando accidentes y pérdidas económicas por desperdicio de mercaderías. La inteligencia artificial y la automatización ocasionan un aumento de la productividad, incentivan la relocalización, y emergen interrogantes sobre su impacto en el comercio, el empleo y la equidad social. Mientras algunos oficios son automatizados, surgen nuevas profesiones o las antiguas se modernizan con la incorporación de otras habilidades.

La cadena en bloques (o *blockchain*, en inglés) reduce la cantidad de intermediarios, mejora el manejo de inventarios y disminuye el análisis de riesgo de las autoridades aduaneras. La impresión en 3D puede transformar cómo y dónde se producen autopartes, equipos de transporte, maquinaria, instrumentos médicos y prendas de vestir, entre otros bienes. Y estos son solo unos pocos ejemplos del impacto de las nuevas tendencias tecnológicas en la integración económica que este volumen examina en detalle.

Vivimos en un punto de inflexión y de cambio estructural, en el cual los países de la región deben posicionarse para aprovechar las ventajas del progreso tecnológico y a la vez adecuar sus políticas comerciales y la formación de sus recursos humanos a un contexto más desafiante.

Este número de *Integración & Comercio* explora el vínculo entre las tecnologías de vanguardia y nuestra matriz comercial y de empleo, y nos invita a prepararnos mejor para que América Latina y el Caribe puedan beneficiarse de los cambios que se avecinan. ☁

# Clave de oportunidad



MARCELO CABROL

Gerente del Sector Social  
Banco Interamericano de Desarrollo

Muchos están viviendo con gran preocupación la llegada de la Cuarta Revolución Industrial y sus potenciales efectos en los segmentos más vulnerables de nuestras sociedades. Sin embargo -y tal vez porque soy un optimista nato-, creo que esta revolución también traerá grandes oportunidades para las economías de América Latina y el Caribe.

Es cierto que aún nos falta contar con una mayor financiación y con políticas públicas que construyan los ecosistemas de innovación adecuados. Nuestros estados están lejos de convertirse en *estados emprendedores* como Israel o Corea del Sur. Tenemos muchas empresas monopólicas u oligopólicas que no tienen incentivos para innovar. Y, por si fuera poco, nuestro modelo educativo no fomenta la capacidad de emprender, crear y pensar distinto, cualidades que serán clave en los empleos del futuro.

Sin embargo, y si la historia nos sirve de guía, la automatización no llevará necesariamente a una caída en la proporción de las personas que trabajan, sino a una transformación en la que muchos trabajos -particularmente los más rutinarios- se destruirán y surgirán otros nuevos, muchos inimaginables. Para prepararnos para este nuevo entorno, necesitaremos formar a nuestros jóvenes en áreas como

las competencias digitales (capacidad de codificar, gestionar redes sociales con visión comercial o analizar *big data*), así como en el desarrollo de competencias sociales de manejo de emociones, algo en lo que (al menos por ahora) tenemos una clara ventaja competitiva frente a los robots. También será clave el desarrollo de competencias de liderazgo, iniciativa y responsabilidad, que ya hoy son determinantes en el mercado laboral, pero que cobrarán cada vez más importancia a medida que los robots sustituyan las partes más mecánicas y repetitivas de nuestro trabajo.

Estas transformaciones vendrán acompañadas de enormes oportunidades en sectores como las energías renovables o la biotecnología, sectores donde la carrera no ha hecho más que empezar y en los que se abrirán nuevas oportunidades.

Considero que, con la combinación adecuada de reformas, inversiones estratégicas y desarrollo de habilidades, los países de América Latina y el Caribe tienen ante sí la oportunidad de crear no solo nuevas oportunidades de negocio, sino de cerrar sus brechas de inequidad. Lo que necesitamos es dejar de lado la incertidumbre y comenzar a pensar en clave de oportunidad. ☁

# Un contrato social tecnológico para América Latina



GUSTAVO BELIZ

Director del Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe.  
Banco Interamericano de Desarrollo

¿Los robots serán una fuente de creación, desplazamiento o destrucción de empleos? ¿Cómo afectará el fenómeno de la automatización acelerada a los procesos de integración y comercio de América Latina? Estas son las dos preguntas clave que las tecnologías exponenciales nos plantean. Se trata, por un lado, de reconvertir nuestra matriz productiva a la luz de la Cuarta Revolución Industrial y, por el otro, de garantizar que los cambios tecnológicos promuevan la equidad social.

Responder con éxito a semejante desafío, en una de las regiones más desiguales del planeta, donde conviven los teléfonos móviles de última generación con un tercio de su población que come solo una vez al día, significa alinear esfuerzos públicos y privados en una arquitectura institucional innovadora e inclusiva.

Los robots marchan sobre nuestra vida cotidiana a través del fenómeno incipiente de la inteligencia artificial y la digitalización, pero no se han organiza-

do aún estrategias predictivas y proactivas para que el cambio tecnológico sea capaz de revertir el rumbo de pobreza e inequidad de la región. De eso se trata. De comenzar a conjugar un conocimiento de avanzada y una ciencia con conciencia, que despliegue energías multidisciplinarias rumbo a un contrato social tecnológico para América Latina.

El mundo, en sus diferentes instancias, está planteando esta necesidad a través de actores e instituciones por demás relevantes. No se trata de clichés de ciencia ficción, sino de la academia y los principales protagonistas de la gobernanza global pronunciándose.

Howard Gardner, uno de los padres de las teorías cognitivas, sostuvo: “Una vez que se cedan las decisiones de alto nivel a las criaturas digitales, o esas entidades de inteligencia artificial cesen de seguir las instrucciones programadas y reescriban sus propios procesos, nuestra especie ya no será dominante en el planeta”. La Pontificia Academia de Ciencias del Vaticano promovió hace

unos meses un seminario de alto nivel sobre inteligencia artificial, con una pregunta inquietante: “¿Pueden las máquinas tener conciencia?”. El Parlamento Británico convocó a expertos para redactar líneas maestras para adaptar mejor la inteligencia artificial al mundo laboral. Nick Bostrom, director del Future of Humanity Institute, de Oxford University, afirmó: “La superinteligencia artificial puede ser la peor o la mejor cosa que ocurra en la historia humana”. Chris Anderson, curador de las conferencias TED, dice de manera provocativa: “Nosotros versus las máquinas es un equivocado esquema mental. Nos guste o no, todos -nosotros y nuestras máquinas- formamos parte de un inmenso cerebro conectado. Alguna vez tuvimos neuronas. Ahora, estamos siendo nosotros las neuronas”. Alec Ross, especialista en el tema, resalta: “La nueva generación de robots será producida masivamente a costos declinantes y los hará crecientemente competitivos incluso con los trabajadores de menores ingresos”.<sup>1</sup>

Hasta Peter Gabriel, el famoso cantautor, anticipa: “Parece inevitable que el decreciente costo del escaneo de la mente, junto al creciente poder de la computación, nos lleve pronto al punto en que nuestro propio pensamiento será visible, descargable y abierto al mundo en nuevos modos. Los pasados años hemos presenciado robots que construyen puentes y casas, directamente de impresoras 3D. Pero pronto seremos capaces de conectarnos con el pensamiento del arquitecto e imprimirlo y ensamblarlo en un edificio inmediatamente. Lo mismo ocurrirá con el cine, la música y todo proceso creativo”. Esta

última reflexión nos conduce a la colisión entre miradas de transhumanismo y singularidad -promotoras de un progreso tecnológico infinito que llega a especular hasta con la inmortalidad-, junto a propuestas de resistencia al cambio y anarco-primitivismo, que proclama un boicót frente a las modificaciones técnicas (Barlett, 2015).

¿Tiene algo que decir y reflexionar nuestra región sobre estos desarrollos tecnológicos? ¿Podemos contribuir a dotar de sensibilidad, productividad y humanidad a este cambio exponencial? Pocos espacios del mundo laboral y de nuestra integración productiva -ya sea que esté basada en la alta sofisticación intelectual o en la baja calificación técnica- permanecen ajenos a este vendaval.

Para avanzar en una mejor comprensión de este fenómeno nos detenemos en este número a examinar el futuro del trabajo y la integración 4.0 de América Latina y el Caribe, de modo de proveer un set variado de herramientas de medición de impacto, de análisis sectorial y de prospectiva con escenarios alternativos para intentar dilucidar cómo influirán las nuevas tecnologías en el empleo y la integración regional. Con esta convocatoria a voces autorizadas esperamos contribuir a la consolidación de una agenda donde converjan propuestas superadoras que permitan afrontar con éxito la transición hacia una economía digital.

Esta edición de *Integración & Comercio* forma parte de esta iniciativa. Hemos reunido con gran esfuerzo a más de cuarenta expertos de diversas partes del mundo para analizar los riesgos de la automatización del trabajo y sus

Se trata de reconvertir nuestra matriz productiva a la luz de la Cuarta Revolución Industrial

consecuencias para la integración y el empleo. Los temas abordados siguen un mismo hilo conductor y van desde el surgimiento de una tecno-diplomacia hasta la nueva agenda de negociaciones comerciales internacionales enfocada en estándares laborales e innovaciones disruptivas, o desde la aplicación del *big data* en la gobernanza *glocal* (global+local) hasta la computación en nube y la economía colaborativa.

### LOS ROBOTS VIENEN ¿MARCHANDO?: LA URGENCIA DE AFINAR LAS MÉTRICAS

En la Cuarta Revolución Industrial, los cambios se producen a la velocidad de la luz. Las disrupciones de tecnologías permiten crear nuevos mercados donde antes no había nada y vuelven obsoletos bienes y profesiones que son reemplazados por una nueva vanguardia de instrumentos. Las empresas se preparan para satisfacer nuevas necesidades y los sistemas educativos intentan seguir el compás a veces frenético de las nuevas habilidades requeridas.<sup>2</sup>

En este contexto, la automatización del empleo genera grandes interrogantes. La Federación Internacional de Robótica calculó que en 2017 funcionan más de 1,3 millón de robots industriales instalados en fábricas de todo el mundo, liderados por los sectores automotriz, electrónico y metalúrgico. De este total, solo 27.700 se encuentran en América Latina y el Caribe. El 75% se concentra en apenas cinco países desarrollados, de los cuales Corea, Alemania y Japón son los que presentan mayor densidad de robot por obrero industrial.<sup>3</sup>

Más allá de que estas cifras no incluyen el impacto de los robots en el siempre complejo de medir mundo de los servicios, resulta imprescindible afinar las métricas para analizar este fenómeno.

no. Existe un debate abierto y reciente sobre el método adecuado para predecir el riesgo de automatización, que varía en gran medida según la metodología aplicada, y brinda así argumentos tanto para pronósticos apocalípticos como para utopías tecnocráticas. Las diferencias no son menores. Mientras para Frey y Osborne (2016), de la Universidad de Oxford, los riesgos son muy elevados y alcanzan el 85% en algunos sectores y países, otros autores asignan una probabilidad de solo un dígito al diferenciar ocupaciones de tareas específicas.<sup>4</sup>

En esta última línea, la Federación Internacional de Robótica (2017) sostiene que se crean cuatro puestos de trabajo por cada nuevo empleo tecnológico, y que es debido a este multiplicador que los países con mayor densidad de robots en el mundo, Alemania y Corea del Sur, tienen al mismo tiempo las tasas de desempleo más bajas.

Kaplan (2016) explora el impacto que tendrán la robótica y la inteligencia artificial en nuestras vidas, y afirma que los robots vienen, pero que ellos no vienen por nosotros simplemente porque no existe un “ellos”: los robots no son personas y no existen pruebas convincentes de que puedan desarrollar sensibilidad.

Una cosa es segura: muchos trabajos se perderán y surgirán nuevas profesiones que hasta hace poco no existían. Las estimaciones del WEF (2016) auguran que 65% de los niños que están en escuela primaria trabajarán en empleos que hoy no existen.<sup>5</sup>

### UNA NUEVA CONECTOGRAFÍA PARA LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR

En materia de comercio e integración, la automatización del empleo renueva las cadenas globales de valor y

### Hay que alinear esfuerzos públicos y privados en una arquitectura institucional innovadora

fomenta la relocalización de empresas debido a la posibilidad de reemplazar trabajadores por robots. El *reshoring* que permite la producción automatizada, junto a cierto desencanto por los resultados recientes de la globalización, puede significar la marcha atrás del proceso que condujo a descentralizar la producción en cadenas globales de valor con puntos neurálgicos dispersos alrededor del globo.<sup>6</sup>

Al menos la mitad de las compañías estadounidenses con ventas superiores a los US\$ 10 mil millones considera traer sus fábricas de nuevo al país de origen.<sup>7</sup> Al relocalizar sus centros productivos, las firmas logran disminuir sus costos de transporte, estar más cerca de los centros de consumo y dar mejores respuestas a los consumidores, incluso permite diseños a medida para cada cliente y entregarlos en cuestión de días u horas gracias a la cercanía.

Los desafíos se entremezclan con las oportunidades. La automatización tiene claras ventajas en la reducción de accidentes, la mejora en las condiciones laborales, la reducción o eliminación de trabajos de riesgo, el incremento en la productividad, la disminución de costos y el crecimiento económico y, como vemos en este informe, incluso en el comercio de sectores clave de la economía latinoamericana.<sup>8</sup> En esta primera fase, se observa que el comercio bilateral crece 2% por cada 10% de incremento en la dotación de robots en países relacionados. Esto se corresponde con el alza de productividad lograda con la automatización, al menos para el sector automotriz, el rubro que concentra la mayor cantidad de robots industriales a nivel global.

Surgen así mecanismos para capturar divisas en los países de la región no solo en sectores económicos tradicionales, sino también en servicios basados en conocimiento y en rubros menos afianzados o con menos trayectoria, como el *software*, la tecnología aplicada a las finanzas o *fintech*, la biotecnología, la ciberseguridad, los medios de pago digitales,<sup>9</sup> la robótica de servicios, el *e-commerce*, las energías renovables y los empleos tecnológicos verdes, donde nuevas tareas, como el cuidado de bosques o el reciclaje, están creando puestos de trabajo a una tasa del 9% anual, tres veces más de lo que crecen los empleos tradicionales.<sup>10</sup>

Como la otra cara de una moneda, la automatización amenaza también con masificar el desempleo tecnológico hasta niveles nunca vistos. Una parte sustancial de las exportaciones y del empleo de América Latina y el Caribe se concentra en actividades que corren el riesgo de ser automatizadas, como la manufactura intensiva en mano de obra, la extracción de recursos naturales y servicios de calificación media como los contables, legales o de gestión.<sup>11</sup>

Se trata de un riesgo que alcanza a una gran cantidad de ocupaciones, incluso a los llamados “profesionales de cuello blanco”. La automatización de tareas no tiene lugar solo en trabajos no calificados, sino también en tareas sofisticadas, aunque rutinarias.<sup>12</sup> En los últimos diez años, se ha reducido en más de 20% el trabajo de bibliotecarios, traductores o agentes de viaje, personas con mucha formación. Ingenieros, matemáticos, abogados o con-



.....

## ¿Por qué no pensar en negociaciones paritarias que incluyan cláusulas de innovación tecnológica entre trabajadores y empresarios?

.....

tadores, junto a otros trabajadores de oficina, del sector público o privado, no son inmunes a este peligro.<sup>13</sup>

Otros oficios deberán transformarse, adquirir nuevas habilidades para perdurar en el tiempo. Veamos por caso el transporte, un sector de la economía vital para la conectividad física de la región. Cada año se producen 273.000 accidentes que involucran camiones en Estados Unidos, con 3.800 víctimas fatales y 4,4 mil millones de pérdidas en mercadería. En los próximos diez años habrá 2 millones de camiones autónomos sin conductor que seguirán cursos predefinidos y serán controlados por sistemas de GPS en centrales a miles de kilómetros de distancia.<sup>14</sup> Habrá entonces que repensar el oficio de conductor para asimilarlo más a un analista de datos que al chofer del siglo xx.

La logística ya está siendo revolucionada por Amazon, Google y *start-ups* que usan drones para envíos de paquetes. Goldman Sachs (2016) predice que se invertirán US\$ 100.000 millones en los próximos cuatro años en el sector de drones. Su uso varía desde el sector militar hasta el segmento comercial, construcción, agricultura, seguros, inspección de infraestructura. La industria generará 100.000 puestos de trabajo y US\$ 82.000 millones en la próxima década.

Se transfigurará también la vida laboral dentro de la empresa, con fenómenos de *cobotización* acelerada (una convivencia humano-robot que ya acontece en la industria automotriz), incrementos sustantivos de productividad, como advierte la OIT (Méda, 2016), y donde Brasil y México han he-

cho punta en la región.

Según Gans (2016), hay dos formas de lidiar con una disrupción tecnológica: de manera exitosa (Fujifilm, Canon) o desastrosa (Blockbuster, Encyclopedia Britannica). La mejor receta para pertenecer al primer grupo consiste en no subestimar el impacto de las nuevas tecnologías, reinventarse rápido y, sobre todo, mantener los ojos bien abiertos.<sup>15</sup> ¿Cómo pueden las estrategias de integración mejorar las condiciones para enfrentar el cambio que se avecina?

### UNA TECNO-DIPLOMACIA PARA LA INTEGRACIÓN 4.0

La región necesita repensar su estrategia de desarrollo a largo plazo. Las expectativas que se depositaron en las materias primas no se han cumplido y las economías locales continúan sufriendo la vulnerabilidad de los ciclos de precios de los bienes tradicionales de exportación.<sup>16</sup> Diversificar las exportaciones con procesos que agreguen valor a los productos básicos e implementar nuevas estrategias de desarrollo donde la innovación sea el motor de crecimiento son ingredientes fundamentales de una fórmula exitosa. Las políticas de integración pueden contribuir a generar *clusters* de innovación y fomentar la creatividad, por ejemplo, a partir de compras públicas regionales.<sup>17</sup>

Los acuerdos comerciales deben adaptarse al nuevo escenario, porque las negociaciones comerciales se encuentran rezagadas frente al rápido avance del cambio tecnológico.<sup>18</sup> El in-

tercambio de los servicios basados en tele-robótica y tele-presencia necesitará un esfuerzo multilateral de armonización de regulaciones y estándares que hoy está alejado de la vanguardia tecnológica.

Es necesario solucionar los desajustes entre la innovación y la arquitectura institucional y regulatoria de los tratados. Contamos con un antecedente importante para avanzar en este sentido: los acuerdos comerciales han servido para cerrar la brecha tecnológica entre los países firmantes al derramar el conocimiento por vía del mayor intercambio de bienes, servicios, personas y transferencia de tecnología entre empresas.<sup>19</sup>

Tenemos por delante la misión de reconfigurar una América Latina más conectada al mundo y con acceso a nuevos mercados, e incrementar el comercio dentro de la propia región como con el resto del mundo. Esta nueva convergencia tendrá irremediablemente un carácter híbrido, tanto digital como físico. El antiguo comercio de contenedor y fronteras rugosas dio paso a un intercambio instantáneo, que va ganando terreno lentamente y se superpone con el modelo clásico, sin que se haya emitido aún ningún parte de defunción. El ejemplo paradigmático son los libros electrónicos, cuyo uso está cada vez más difundido, a pesar de que se continúan vendiendo libros en formato papel; o la banca electrónica y los nuevos medios de pago, que se amalgaman con las sucursales bancarias que ahora prestan servicios más personalizados.

En el mundo viven 300 millones de personas fuera de su país de nacimiento. Son las ciudades los lugares de diversidad, tolerancia e inclusión y es el regionalismo el mejor medio que tienen los países para optimizar su geografía, aumentar su escala de nego-

cios y aliarse con sus vecinos. Khanna (2016) sostiene que nos dirigimos hacia una nueva *conectografía* de ciudades hiperconectadas, donde América Latina, al contar con pocos países, una historia y una cultura en común, y estar en paz, corre con delantera frente a otras regiones.<sup>20</sup> La rapidez con que se dan los cambios en la postdigitalización hace que todos los países sean novatos; más allá del *know-how* acumulado o de las experiencias previas, el aprendizaje deberá ser continuo.<sup>21</sup>

Estamos siendo testigos de nuevas sinergias y asociaciones que trascienden fronteras entre compañías con un núcleo de negocios cuya complementariedad era hasta hace poco impensada. Ejemplos son las alianzas recientes entre Uber y la brasileña Embraer para fabricar taxis voladores eléctricos en 2020; de Google y Ford para producir autos sin conductor; o de Caterpillar y Airware para crear tecnología de drones para minería.

La principal ventaja de la economía digital es la multiplicación de la oferta de servicios con un costo marginal cercano a cero. El predominio de la plataforma Instagram frente a Kodak se explica porque en ella se comparan fotos con un número adicional infinito de consumidores, todos al mismo tiempo, sin nuevos costos.<sup>22</sup>

La economía colaborativa refleja esta hiperconectividad. Así se construyó Wikipedia, a la que contribuyeron 25 millones de usuarios de todo el mundo. Acceder vale tanto como tener y el concepto de propiedad pasa a segundo plano a partir de cinco nuevas tendencias que cotizan en alza: desmaterialización (hacer cosas con menos materiales), demanda en tiempo real (el valor supremo de la inmediatez), descentralización (un mercado digital único), plataformas sinérgicas (redes sociales conectadas a servi-

cios) y acceso a la nube (información ilimitada).<sup>23</sup>

Esta conectividad no es solo de personas, sino también de objetos que dialogan entre sí con internet de las cosas, una tecnología que según Natarajan y Yentz (2016) reduce 30% el tiempo de respuesta en servicios al cliente, 15% los costos de almacenamiento y predice la demanda futura con una precisión del 90%, entre otros beneficios comerciales. Solo en 2016 se conectaron 6,4 mil millones de aparatos a la red. En 2020, habrá más de 20 mil millones. El tráfico global de internet crece a un ritmo de 23% anual y para 2019 será 64 veces mayor que en 2005.

A nivel mundial, el 33% de la comida se desperdicia por deficiencias en las cadenas logísticas. Por ese motivo, el 96% de las compañías de transporte y carga aseguran que internet de las cosas es la innovación más importante de la última década (Rhodes, 2016). MGI (2015) estimó el mercado de internet de las cosas aplicado al transporte en US\$ 560 mil millones para el año 2025.

Las nuevas tecnologías favorecieron en muchos casos la reducción de la brecha de infraestructura y la brecha de equidad en los países en desarrollo. Más de 18 millones de personas utilizan en Kenia el sistema M-PESA de pago electrónico a través de un *smartphone*, que suma 6 billones de transacciones al año y representa el 25% del PIB. Este medio de pago electrónico sacó al 2% de la población de la pobreza extrema y resultó exitoso porque redujo los costos de transacción, las fricciones que ocasionaba la falta de infraestructura bancaria y el mal estado de las carreteras para transportar dinero físico en el país africano. Reducir la fricción en un mercado determinado es la clave del éxito

de cualquier plataforma de innovación abierta.<sup>24</sup>

En China, el gigante Alibaba gestionó en tan solo en un día US\$ 14 mil millones en transacciones. El 68% fueron ventas realizadas a través de dispositivos móviles.<sup>25</sup> Las perspectivas de crecimiento del mercado digital vienen acompañadas de la necesidad de contar con una mejor infraestructura de comunicación que asegure a todos los habitantes el acceso a internet. Por esta razón, Facebook trabaja en el diseño de drones gigantes que puedan brindar acceso a internet en lugares remotos (The Economist, 10 de junio de 2017).

En esta transformación estructural surgirán ganadores y perdedores. ¿Cómo hacer frente a las tensiones sociales propias del cambio exponencial?

### ¿INTELIGENCIA O ÉTICA ARTIFICIAL?

No hay inteligencia artificial con ética artificial. En el mercado laboral, la robótica plantea la disyuntiva moral y ética sobre la pérdida de empleo que ocasiona la automatización de tareas. Ocurrió lo mismo desde que el hombre inventó la rueda: el resultado final del uso de cada nueva tecnología depende en última instancia de los valores éticos imperantes.

El mundo virtual es una herramienta esencial para fomentar la transparencia. Veamos por caso la ejecución de la obra pública, donde necesitamos una conectividad física inteligente con *accountability* ciudadano que robustezca la confianza en los gobiernos y las instituciones. En este sentido, la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana en el Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (IIR-

## Es fundamental impulsar una alfabetización ciudadana en el manejo de grandes datos

SA-COSIPLAN), foro técnico donde INTAL-BID se desempeña como secretaria técnica, es un ámbito multilateral casi modelo, porque los países de la región acuerdan prioridades de inversión de transporte, comunicaciones y energía, y ponen al servicio de la ciudadanía información detallada de la marcha de cada proyecto. El *big data* también puede ayudar en otro punto neurálgico para la integración a través de la obra pública: la transparencia en el financiamiento de las campañas políticas cuando la información es abierta a la ciudadanía. Sin una política desintoxicada de corrupción, la conectividad física no podrá avanzar al ritmo y profundidad que América Latina requiere ni podrá dar cuenta de los desafíos regulatorios que exige la nueva realidad.

En mercados bursátiles sofisticados, un conjunto de robots define operaciones de riesgo que bien pueden generar burbujas financieras. Cuando reina la codicia de los algoritmos, crecen las probabilidades de ocurrencia de crisis financieras que terminan, indefectiblemente, en una injusta distribución de los costos en el conjunto de la sociedad.<sup>26</sup>

Desde distintos ámbitos están surgiendo respuestas al dilema moral de la automatización. La Oficina Ejecutiva de la Presidencia de los Estados Unidos (2016) llamó a prestar especial atención a la violación de derechos humanos a partir del uso de nuevas armas autónomas y a incorporar contenido sobre ética en las escuelas y universidades, en seguridad y políticas de privacidad, como parte de la currícula en ciencias de la computación y cien-

cias de datos.<sup>27</sup>

El peligro no es la inteligencia artificial, sino su convivencia con una ética artificial. Ante este dúo combinado, la batalla de la inclusión con equidad se hace cuesta arriba.

### UN CONTRATO SOCIAL TECNOLÓGICO PARA LA REGIÓN

Las mutaciones en el mercado laboral dieron origen al fenómeno de *hollowing-out* o polarización del empleo,<sup>28</sup> un proceso por el cual los trabajos de alta y baja calificación se expanden en el tiempo mientras se contraen aquellos de calificación intermedia, como consecuencia del impacto diferencial del cambio tecnológico. Se plantea así una doble necesidad para la educación. En primer lugar, brindar herramientas a los jóvenes para que puedan insertarse en un mercado laboral cada vez más sofisticado y, por otro lado, servir de instrumento equiparador y evitar que se profundicen la inequidad y la fragmentación social.

Robert Aumann, uno de los Premios Nobel que comparte sus ideas en este número de *Integración & Comercio*, asegura que las tres primeras prioridades de las políticas públicas deberían ser educación, educación y educación: la mejor forma de prepararse para el futuro es con más y mejor educación. Pero los desafíos del cambio tecnológico demandan una educación de calidad con énfasis en las habilidades que se necesitarán mañana. Es clave promover capacidades tecnológicas de los trabajadores para que puedan interactuar con máquinas y robots de manera cotidiana,

.....

## Necesitamos una nueva generación de programas de transferencias condicionadas 2.0

.....

en contextos laborales que serán cada vez más frecuentes.

En la región, necesitamos impulsar una alfabetización ciudadana en el manejo de los grandes datos, un recurso imprescindible para mejorar la eficiencia productiva. La tarea no será sencilla sin un sector educativo que contribuya a desarrollar el talento creativo a partir de las nuevas tecnologías.

Los MOOC (curso *online* masivo abierto, por sus siglas en inglés) se presentan como una alternativa para democratizar el conocimiento. Y apremia configurar marcos legales que garanticen los derechos sociales de los trabajadores *freelance* a distancia y anticipar las dificultades que las nuevas modalidades de empleo plantean para el financiamiento de la seguridad social.<sup>29</sup>

La revolución educativa debe también cultivar las habilidades “blandas”, la inteligencia emocional, la empatía, la creatividad y no solo la resolución de problemas, sino también el plan-teamiento de problemas nuevos. Estas *soft skills* serán clave en médicos, enfermeros, psicólogos, trabajadores sociales y maestros, y constituyen la base de tareas que no podrán ser robotizadas. Debemos responder a la robotlución con una revolución de guardapolvos blancos.

Vivimos la paradoja de no poder desatar el núcleo duro de la desigualdad, a pesar de que nunca antes hemos producido tanta riqueza como para garantizar un nivel de vida digno a todos los ciudadanos. De ahí que sea esencial repensar el clásico Estado de Bienestar en función de nuevos parámetros. ¿Por qué no introducir el concepto de innovación en las negociaciones pari-

tarias como parte de un contrato social tecnológico que asocie a trabajadores, empresarios y Estado en un esfuerzo de modernización de largo alcance? No es utopía. Acuerdos multisectoriales se llevaron a cabo en Alemania, España, el Reino Unido y Francia, y dieron lugar a políticas nacionales de industria 4.0. Aunque suene paradójico, en la era de la automatización no se puede esperar que el “piloto automático” de los meros intereses individuales defina el rumbo ni las prioridades de la cohesión social. Se requieren claras reglas de juego.

La Unión Europea puso en marcha en los últimos años dos proyectos para ponerse a la vanguardia en la agricultura robótica: CROPS (*Clever Robots for Crops*) y Sweeper, que utilizan nanotecnología y nuevos materiales en la automatización de la producción primaria. ¿Su objetivo? Introducir en 2020 al mercado el primer robot cosechador para invernaderos. Nuestra región no puede quedarse atrás en agricultura de precisión, pues el desafío, por su propia hibridez, convierte en borrosas las fronteras entre industria y agro, entre bienes y servicios.<sup>30</sup>

El cambio tecnológico brinda la ocasión de adoptar la voz de América Latina como fuerza de transformación para seguir promoviendo estrategias innovadoras de convergencia entre los países. Una encuesta exclusiva entre *millennials* argentinos, realizada por el INTAL en conjunto con Voices!, encontró que más de 70% de los jóvenes cree que en los próximos diez años los robots podrán hacer gran parte de su trabajo, en línea con el 32% de latinoamericanos que juzga positivo generalizar el uso de robots para el cuidado de ancianos y enfermos,

entre otras aplicaciones.<sup>31</sup> Pero esta conciencia tecnológica varía y en gran medida en los distintos estratos sociales y niveles educativos.

Los economistas Robert Solow y Dani Rodrik, dos de los mayores expertos en economía internacional y desarrollo, coinciden en que el éxito o fracaso de la globalización dependerá de asegurar un reparto equitativo de los dividendos digitales.<sup>32</sup> En tanto haya ciudadanos que viven y trabajan como en el siglo xx y ciudadanos que emplean tecnología del siglo xx (o del siglo xix en algunas regiones), no solo tendremos un mercado laboral fragmentado, sino una sociedad dividida y con conflictividad social creciente. La clave reside entonces en una distribución igualitaria de los beneficios tecnológicos y de las oportunidades que brinda el acceso a la tecnología.

Mientras se produce esta transformación educativa, es preciso crear redes de contención y seguridad social, así como brindar apoyo para lograr una transición laboral efectiva y sustentable para que los desplazados por las nuevas fuerzas productivas no se conviertan en excluidos. En este sentido, es posible reimaginar las políticas sociales e implementar programas de transferencias condicionadas 2.0 que incorporen de modo creativo la dimensión de la formación en capacidades tecnológicas, acompañados por una discusión profunda de medidas paliativas como la renta básica universal o los impuestos a los robots, que ya están siendo planteadas por referentes de todo el mundo.<sup>33</sup>

En el mismo espíritu, es primordial fomentar la inversión en investigación y desarrollo (I+D), no solo desde el

sector público, sino también con esquemas público-privados y esfuerzos junto con la academia. Los números de la región en esta área son alarmantes: los países de América Latina y el Caribe invierten solo un 0,7% de su PIB total a las actividades de I+D, en tanto que en América del Norte y Europa Occidental los promedios son de 2,4% y en Asia-Pacífico, de 2,1%.<sup>34</sup> Una reasignación de recursos que priorice la I+D permitiría generar círculos virtuosos de conocimiento y acción.

Los Estados se encuentran frente al desafío de mediar entre propiedad privada versus propiedad colectiva (economía colaborativa); productos tangibles versus intangibles (fiscalidad del mundo digital); responsabilidad humana versus responsabilidad de los robots (automóviles autónomos); y *data mining* versus privacidad (ciberseguridad). Estos son apenas algunos de los dilemas que exigen nuevas maneras de pensar y adaptar las normativas nacionales e internacionales a la velocidad y la magnitud de la disrupción tecnológica.

Es esencial capacitar al sector gubernamental en el análisis en tiempo real de datos. La automatización será clave para ganar eficiencia y mejorar el acceso a servicios públicos en áreas de interés social. Veamos por caso el potencial que ofrece el *big data*. En muchas ciudades del mundo el análisis inteligente de información permite construir mapas de seguridad ciudadana, que a su vez determinan la ubicación estratégica de la policía en la calle.<sup>35</sup> Lo mismo ocurre con la neurociencia aplicada a las políticas públicas, que a partir del diluvio de datos eleva nuestra comprensión del

.....

## El éxito de la globalización pasa por una distribución equitativa de los dividendos digitales

.....

comportamiento económico y aporta insumos para diseñar políticas públicas más dinámicas. El empleo inteligente de los micro y macro datos es el nombre de la nueva gerencia pública.

Una receta completa para amortiguar el impacto del cambio tecnológico incorporaría varios ingredientes adicionales: diversificar exportaciones, promover las pequeñas y medianas empresas, la economía naranja e industrias creativas, incentivos para la cooperación internacional, ampliar la escala de las políticas de transferencia, mejorar los estándares ambientales y la seguridad alimentaria son solo

algunos de ellos.

No hay tiempo que perder. La velocidad del cambio es de tal magnitud que profesiones y oficios útiles de repente parecen prehistóricos, como ocurrió con el cine mudo cuando se estrenó el primer film sonoro.

Nuestro deber es estar preparados y crear las condiciones para conducir el cambio tecnológico hacia Estados más inteligentes y economías más sólidas e inclusivas que creen trabajos sustentables. Porque por cada empleo que se pierde una persona queda herida en su dignidad. Y ninguna tarea cobra más sentido que remediarlo. ☁

#### NOTAS

- <sup>1</sup>Brockman (2017).  
<sup>2</sup>Sobre el impacto de la innovación en el mercado de trabajo y la disparidad salarial, ver los artículos de Acemoglu y Autor (2011) y Autor (2014).  
<sup>3</sup>México y Brasil encabezan el *ranking* de robotización en Latinoamérica, con 14.000 y 10.000 robots, respectivamente (FIR, 2016).  
<sup>4</sup>Oxford estimó que existe un riesgo promedio de 47% de automatización de los empleos en Estados Unidos y la OCDE, solo 9%, según Arntz, Gregory y Zierahn (2016). Una métrica consensuada que eche luces sobre estas variantes metodológicas sería un gran aporte al monitoreo del riesgo de automatización. Ver sobre el tema los artículos de Frey, Aboal y Coremberg y Nofal en esta edición.  
<sup>5</sup>WEF (2016).  
<sup>6</sup>Sobre el tema, ver Curtis (2016). Se suma a la tendencia a favor del *reshoring* la existencia de una fuerza de trabajo *freelance* creciente disponible para realizar teletrabajo desde cualquier lugar del planeta.  
<sup>7</sup>Ver Ford (2015).  
<sup>8</sup>Ver el artículo de Pacini y Sartorio en este número de *Integración & Comercio*.  
<sup>9</sup>Tapscott y Tapscott (2016) analizan el impacto que podría tener el *bitcoin* en las finanzas globales y en el mundo productivo. La tecnología que está detrás de la moneda digital, cadena de bloques (*blockchain*), podría incluso volver a generar disrupciones en plataformas exitosas recientes, como Airbnb, y crear sistemas de intercambio sin intermediarios.  
<sup>10</sup>Sobre el tema, ver *Integración & Comercio* 41, *EcoIntegración, ideas inspiradas en la enciclica Laudato Si*.  
<sup>11</sup>Peter Norvig, director de investigación de Google, asegura que el desafío mayor que presenta la inteligencia artificial es el riesgo de que genere mayor desempleo y desigualdad creciente. Argumenta que en el pasado las disrupciones tecnológicas se hicieron en décadas, y no como ahora, en pocos años, y que será necesario crear redes de contención social para garantizar la estabilidad social (Brockman, 2015).  
<sup>12</sup>Sobre el tema, ver el artículo de Susskind en este

número.

- <sup>13</sup>Sobre el tema, ver el trabajo de Rhisiart, Miller y Brooks (2015), Graetz y Michael (2015), UNCTAD (2016), Nübler (2016) y el artículo de Rhisiart en esta edición.  
<sup>14</sup>Kaplan (2015).  
<sup>15</sup>Gans (2016) recuerda que Blockbuster tuvo en 2000 la oportunidad de comprar Netflix por solo US\$ 50 millones. La compañía de *streaming* que finalmente provocó la quiebra del gigante de alquiler de videos tiene un valor de mercado actual cercano a los US\$ 25 mil millones.  
<sup>16</sup>Sobre el tema, ver Giordano (2016).  
<sup>17</sup>Sobre el tema, ver INTAL (2017).  
<sup>18</sup>INTrade (2017) muestra en detalle lo que se ha llamado el *spaghetti bowl* de la globalización (la proliferación de acuerdos internacionales), que tiene, en el caso de América Latina, 158 acuerdos y negociaciones celebrados con dispar cumplimiento.  
<sup>19</sup>Sobre el tema, ver el artículo de Chelala y Martínez-Zarzo en este volumen.  
<sup>20</sup>Kaplan (2016) denomina a esta ventaja como "Pax Latina", que sin embargo necesita que se fortalezca la región como un todo a partir de nuevos acuerdos comerciales.  
<sup>21</sup>En la misma línea, Ito y Howe (2016) sugieren una serie de principios para enfrentar esta velocidad (resiliencia, desobediencia, diversidad y práctica continua son algunos de ellos).  
<sup>22</sup>Brynjolfsson y McAfee (2014).  
<sup>23</sup>Kelly (2016).  
<sup>24</sup>Evans y Schmalensee (2016).  
<sup>25</sup>El tema se desarrolla en Schwab (2015) y hace referencia a la invención del "día del soltero", el 11 de noviembre.  
<sup>26</sup>El 6 de mayo de 2010 a las 14.45 horas de Nueva York se produjo el *flash crash*. La bolsa cayó súbitamente 1.000 puntos como producto de una venta automática algorítmica producida por un robot, que se desprendió de 75.000 contratos de futuro por US\$ 4.100 millones. El investigador del *Natural Scientific Report*, Neil Johnson, que produjo un estudio sobre el tema, habló de la ciberselección.  
<sup>27</sup>En la misma línea, se lanzó la iniciativa Partnership on

Artificial Intelligence to Benefit People and Society, que lideran varias de las compañías tecnológicas más grandes del planeta (Amazon, DeepMind/Google, Facebook, IBM y Microsoft). <https://www.partnershiponai.org/>.  
<sup>28</sup>Sobre el tema, ver McIntosh (2013).  
<sup>29</sup>Sobre el tema, ver el reportaje a Alan Krueger en este número.  
<sup>30</sup>A estas amenazas se agrega el peligro de la carne sintética artificial para las exportaciones de carne de la región, analizada en un seminario específico del INTAL (ver [www.iadb.org/intal](http://www.iadb.org/intal)).

#### Bibliografía

- Acemoglu, D. y Autor, D. 2011. "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings". En: O. Ashenfelter y D. E. Card, editores. *Handbook of Labor Economics*, Volume 4. Ámsterdam: Elsevier.  
Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U. 2016. "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis". OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189. Paris: OECD Publishing.  
Autor, D. 2014. "Skills, Education, and the Rise of Earnings Inequality Among the 'Other 99 Percent'". *Science*. 344 (6186): 843-851.  
Bartlett, J. 2015. *The Dark Net. Inside the Digital Underworld*. Nueva York: Melville House.  
Beliz, G. y Chelala, S. 2016. "El ADN de la Integración regional". Nota Técnica No. IDB-TN-1120. BID-INTAL, disponible en <https://publications.iadb.org>.  
Brockman, J., editor. 2015. *What to Think About Machines That Think: Today's Leading Thinkers on the Age of Machine Intelligence*. Nueva York: Harper Perennial.  
—, 2017. *Know This: Today's Most Interesting and Important Scientific Ideas, Discoveries, and Developments*. Nueva York: Harper Collins.  
Brynjolfsson, E. y McAfee, A. 2014. *The Second Machine Age*. Nueva York y Londres: Norton & Company.  
Curtis, J. M. 2016. *Trade and Innovation: Policy Options for a New Innovation Landscape*. E15 Expert Group on Trade and Innovation - Policy Options Paper. E15Initiative. Ginebra: International Centre for Trade and Sustainable Development y World Economic Forum International.  
Evans, D. y Schmalensee, R. 2016. *Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms*. Boston: Harvard Business Review Press.  
Federación Internacional de Robótica. 2016. *World Robotics Report 2016*. IFR.  
—, 2017. *The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs*. IFR, abril 2017.  
Ford, M. 2015. *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*. Nueva York: Basic Books.  
Frey, C. y Osborne, M. 2016. *Technology at Work v2.0: The Future Is Not What It Used to Be*. University of Oxford.  
Gans, J. 2016. *The Disruption Dilemma*. Cambridge: The MIT Press.  
Giordano, P. 2016. *Monitor de Comercio e Integración*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <https://publications.iadb.org>  
Goldman Sachs. 2016. "Drones Reporting for Work", disponible en <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/technology-driving-innovation/drones/>.  
Graetz, G. y Michaels, G. 2015. "Robots at Work". CEP Discussion Paper No. 1335. Londres: Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science.  
House of Commons. 2016. "Robotics and artificial intelligence". Comité de Ciencia y Tecnología del Parlamento

Británico.

- INTAL. 2016. "Made in Chi-Lat". *Integración & Comercio*. 40. Disponible en <https://publications.iadb.org>.  
—, 2017. *Los Futuros del Mercosur*. Disponible en <https://publications.iadb.org>.  
INTrade. 2017. *Information System on Integration and Trade*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en [www.intradebid.org](http://www.intradebid.org).  
Ito, J. y Howe, J. 2016. *Whiplash: How to Survive Our Faster Future*. Nueva York y Boston: Grand Central Publishing.  
Kaplan, J. 2015. *Humans need not apply*. Michigan: Yale University Press.  
—, 2016. *Artificial Intelligence: What Everyone Needs to Know*. Nueva York: Oxford University Press.  
Kelly, K. 2016. *The Inevitable: Understanding the 12 Technological Forces That Will Shape Our Future*. Nueva York: Viking.  
Khanna, P. 2016. *Connectography. Mapping the Future of Global Civilization*. Nueva York: Random House.  
McIntosh, S. 2013. "Hollowing Out and the Future of the Labour Market". BIS Research Paper No. 134. Londres: Department of Business, Innovation, and Skills.  
Méda, D. 2016. "The Future of Work: The Meaning and Value of Work in Europe". ILO Research Paper No. 18. ILO. Disponible en <http://www.ilo.org>.  
MGI. 2015. *The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype*. McKinsey Global Institute, junio de 2015.  
Natarajan, K. y Yentz, F. 2016. "Industry 4.0: Concept to Reality". Presentación en IOT Solutions, octubre 2016, Barcelona.  
Nübler, I. 2016. "Making Technology Work for All". The Future of Work, Centenary Initiative, Issue Note Series No. 1. International Labour Office.  
Oficina Ejecutiva del Presidente de los Estados Unidos. 2016. "Preparing for the Future of Artificial Intelligence". National Science and Technology Council.  
Rhisiart, M., Miller, R. y Brooks, S. 2015. "Learning to Use the Future: Developing Foresight Capabilities Through Scenario Processes". *Technological Forecasting and Social Change*. 101: 124-133.  
Rhodes, A. 2016. "Smart Transportation". Presentación en IOT Solutions, octubre de 2016, Barcelona.  
Schwab, K. 2015. *La Cuarta Revolución Industrial*. Editorial Debate.  
Segal, A. 2016. *The Hacked World Order*. Nueva York: PublicAffairs.  
Tapscott, D. y Tapscott, A. 2016. *Blockchain Revolution*. Nueva York: Penguin Random House.  
The Economist. "Taking Flight. Civilian Drones". 10 de junio, 2017.  
UNCTAD. 2016. "Robots and Industrialization in Developing Countries". UNCTAD Policy Brief No. 50, octubre.  
WEF. 2016. *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*.



Las nuevas técnicas productivas y la economía digital disuelven la frontera entre bienes y servicios, alteran los mecanismos de intercambio y transforman las costumbres laborales.

INTEGRACIÓN

HÍ  
BRI  
DA

# ¿Trabaja **dores** versus **robots?**

Cómo ganar el duelo  
**más importante**  
del siglo XXI



El espíritu humano debe prevalecer  
sobre la tecnología.

Albert Einstein

A horizontal dotted line at the bottom of the page.

# TRABAJADORES VERSUS ROBOTS

UNO DE LOS AUTORES MÁS CITADOS DEL MUNDO EN EL TEMA DE AUTOMATIZACIÓN, CARL FREY, ASEGURA QUE EL FENÓMENO SE SUELE ASOCIAR CON TRANSICIONES DOLOROSAS, DE TRABAJOS ANTIGUOS HACIA OTROS MÁS MODERNOS. A PESAR DE QUE DICHAS TRANSICIONES CONSTITUYEN UN PREREQUISITO PARA EL CRECIMIENTO DE LARGO PLAZO, NO HAY GARANTÍAS DE UNA PROSPERIDAD COMPARTIDA POR TODOS. EL INTERROGANTE CLAVE PARA LOS TRABAJADORES ES EN QUÉ TIPOS DE TRABAJO SE PODRÁN REUBICAR.

Los beneficios de la revolución informática no se han distribuido ampliamente. Desde la década de 1980, cuando empezó a difundirse el uso de las computadoras, los salarios medios permanecieron estancados, la participación del trabajo en el ingreso se redujo y la participación de la fuerza de trabajo se desplomó dentro de ciertos grupos. Esto está explicado, en parte, por el hecho de que la automatización trajo aparejada la desaparición de muchos trabajos de ingresos medios, como los de operarios de máquinas, encargados de facturación, asistentes jurídicos y tasadores de seguros. En consecuencia, los mercados de trabajo de las economías avanzadas se volvieron cada vez más polarizados, a medida que los trabajos de ingresos medios fueron desapareciendo a causa de la automatización.

Más recientemente, la polarización también se profundizó en algunas partes del mundo en desarrollo. Si miramos hacia el futuro, no parece que el ritmo de la automatización tienda a desacelerarse. Las investigaciones sugieren que, a raíz de los últimos avances en el campo del aprendizaje automático y la robótica móvil, el 47% de los puestos de trabajo en Estados Unidos, el 57% de los puestos de trabajo en los países de la OCDE y el 77% de los de China están expuestos a la automatización (Frey y Osborne, 2013; Banco Mundial, 2016).

## LA CAÍDA MUNDIAL DEL EMPLEO INDUSTRIAL

Las principales invenciones del siglo pasado –que incluyen la electrificación, el motor de explosión y el semiconductor– crearon ocupaciones e industrias totalmente nuevas. De hecho, la riqueza de las naciones se acumuló gracias al desplazamiento del grueso de la fuerza de trabajo de las ocupaciones de baja productividad a las de alta. Durante el siglo xx, la industrialización constituyó el camino hacia la prosperidad y les permitió a los países trasladar a los trabajadores de la agricultura a trabajos relativamente bien pagos y de alta productividad en la industria manufacturera.

Casi todos esos trabajos surgieron en los sectores transables altamente calificados, principalmente, en finanzas, diseño de computadoras e ingeniería. Por otro lado, la mayor parte de los trabajos que se perdieron correspondían a la industria electrónica, la agricultura, la fabricación de prendas de vestir, las fábricas de hilados textiles y las industrias aeroespacial, papelera, química y automotriz. Si bien dichas pérdidas de empleos pueden atribuirse a desplazamientos de la producción hacia destinos de menor costo, el hecho de que el empleo manufacturero en China, y en otras partes del mundo, haya alcanzado niveles pico más bajos que los registrados en las naciones industrializadas del pre-

sente sugiere que estos trabajos están sujetos a la automatización y que no se recuperarán.

El progreso económico implica hacer que los trabajadores pasen a ocupaciones e industrias nuevas, no a ocupaciones e industrias viejas. Por lo tanto, una preocupación que esto plantea es que los sectores de las nuevas tecnologías del presente no han dado lugar a las mismas oportunidades de empleo para los trabajadores menos calificados, como sí lo hicieron las industrias que los precedieron.

Las estimaciones de Berger y Frey (2016a), por ejemplo, muestran que menos del 0,5% de la fuerza de trabajo de los Estados Unidos se trasladó a trabajos tecnológicos que se crearon a lo largo de los años 2000; mientras que, en la década de 1990, esa cifra era del 4,4%. No obstante, a pesar de que la tecnología informática no llegó a crear las mismas oportunidades de empleo que las tecnologías del pasado, la mayoría de los trabajadores, en principio, parecen haber podido encontrar nuevos puestos. Esto puede explicarse por una sencilla razón: si bien el sector transable no creó muchos puestos de trabajo nuevos directamente, creó una demanda significativa de servicios locales y, por lo tanto, empleo en el sector no transable.

Como señaló Glaeser (2012): “En la actualidad, los sectores ricos en tecnología no brindan las mismas oportunidades de empleo para los estadounidenses menos calificados, como sí lo hacían las industrias fabriles que los precedieron”. Pero puede que no interese si los trabajadores con menores niveles de calificación son empleados directamente por las empresas informáticas y de biotecnología o si son empleados indirectamente por los empleados de aquellas, quienes demandan muchos de los servicios que los trabajadores menos

**57%**  
DE LOS EMPLEOS  
EN PAÍSES DE LA  
OCDE CORREN  
RIESGO DE  
AUTOMATIZACIÓN

calificados pueden ofrecer. Los proveedores locales de servicios no transables pueden no haber experimentado los mismos milagros tecnológicos que los productores de *software*, pero es allí donde trabaja la mayor parte de los estadounidenses y sus destinos están atados a su capacidad de vender su tiempo de trabajo a aquellos trabajadores que venden bienes y servicios exportables.

Moretti (2010) muestra que cada nuevo trabajo en el sector de la tecnología creará aproximadamente 4,9 puestos de trabajo adicionales en el sector de servicios a nivel interno. Los trabajos tecnológicos, en otras palabras, siguen desempeñando un papel crucial para generar demanda de trabajo en el sector de servicios interno. Un estudio reciente llevado a cabo por Frey, Berger y Chen (2016) demostró que el multiplicador asociado con los trabajos calificados en la industria manufacturera es incluso mucho mayor en el mundo en desarrollo; concretamente, es aproximadamente entre seis y nueve veces más alto que el multiplicador del empleo calificado registrado en Estados Unidos. Al pasar a un modelo de producción con mayor grado de calificación, los países en desarrollo podrían impulsar de igual modo la demanda interna y, al hacerlo, crear muchos puestos de trabajo en el sector de servicios a nivel interno.

### UNA CONCENTRACIÓN CRECIENTE

Esta dinámica significa que la actividad económica se está concentrando cada vez más. Generalmente se cree que la revolución digital tornará irrelevante a la geografía, al permitir que las personas trabajen desde ubicaciones remotas, pero esto hoy en día parece no comprobarse. En los últimos años, las desigualdades en los ingresos a nivel regional dentro de las economías avanzadas no solo no han mejorado, sino que se han agravado. En Estados Unidos, San Francisco tiene un ingreso promedio per cápita de US\$ 38.000, mientras que el ingreso promedio en Laredo, Texas, se ubica por debajo de los US\$ 11.000; en Europa, en 2013, el PIB per cápita de Extremadura, en España, fue de 16.900, mientras que en Madrid alcanzó los 31.600. Una de las razones de esta disparidad de ingresos es que los nuevos trabajos se aglomeran.

Especialmente desde la revolución informática de la década de 1980, los

nuevos trabajos surgieron de modo preponderante en ciudades que albergaban grandes cantidades de trabajadores calificados (Berger y Frey, 2016b). El ejemplo típico es el área de la Bahía de San Francisco, que es sede de muchas de las empresas líderes de la revolución digital, entre ellas, Google, Instagram, Dropbox, Uber, Facebook, eBay y LinkedIn. A medida que los trabajos en el sector de la tecnología tienden a agruparse, la demanda de servicios locales se vuelve, asimismo, cada vez más concentrada: los trabajadores con niveles bajos de calificación deberán trasladarse a aquellos lugares donde se creen los nuevos trabajos del sector tecnológico.

Mientras tanto, los puestos de trabajo antiguos que se pierden por la automatización se encuentran en lugares distintos de aquellos en los que se crean los puestos de trabajo nuevos. Una razón por la cual los trabajadores menos calificados tienen más probabilidades de quedar desempleados es que, por motivos en parte financieros, tienden a tener menos flexibilidad para trasladar-

se de una ubicación a otra. La relocalización es como cualquier otra inversión en la que el dinero se gasta por adelantado para obtener un trabajo mejor pago en otro lugar en el futuro.

Pagar los gastos inmediatos que ocasiona mudarse para obtener a cambio mayores ganancias eventualmente en el futuro no es una opción a la que todos puedan acceder. Debido a que muchos trabajadores con niveles de calificación bajos carecen de los medios financieros necesarios para realizar dicha inversión, la introducción de vales para traslado o relocalización podría fomentar la movilidad y, así, el empleo (Moretti, 2012). Incluso es probable que estos vales y otras políticas similares se autofinancien: un trabajador que se muda de Detroit a San Francisco para obtener un trabajo mejor necesitará menos transferencias de ayuda y pagará más impuestos. Como la relocalización genera rendimientos positivos, tanto para el trabajador como para la sociedad, dichas políticas son altamente recomendables.

4,9

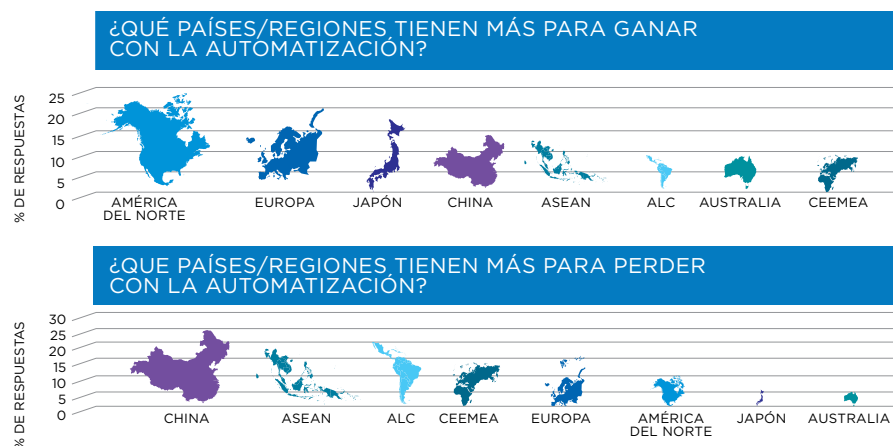
PUESTOS DE TRABAJO  
CREA CADA  
NUEVO EMPLEO  
TECNOLÓGICO

nos calificados, quienes perdieron sus trabajos en manos de la automatización y, generalmente, pasaron a tener trabajos de salarios bajos o quedaron excluidos del mercado de trabajo.

No obstante, la calidad de las instituciones educativas, en general, y de las escuelas, en particular, varía enormemente entre las distintas jurisdicciones; los alumnos se encuentran, por tanto, presos de la geografía y pueden sufrir las desventajas que sus lugares de residencia entrañan, incluso desde el punto de vista educativo. Asegurar la igualdad de oportunidades en ubicaciones cuyas economías han experimentado un retroceso requiere que las regiones más desfavorecidas cuenten con una oferta educativa de calidad; mientras las regiones que invirtieron en capital físico sufrieron un deterioro continuo, aquellas que invirtieron en capital humano corrieron mejor suerte.

La tecnología digital puede servir para mejorar la educación y su distribución. Los MOOCs (cursos en línea masivos y abiertos, por sus siglas en inglés), cuando están adecuadamente diseñados y distribuidos, pueden mejorar el aprendizaje tanto en las escuelas como en las instituciones de educación superior, que pueden mitigar el impacto de la geografía al brindarles a los estudiantes acceso a los mejores contenidos y docentes independientemente de su lugar de resi-

GRÁFICO 1  
GANADORES Y PERDEDORES DE LA AUTOMATIZACIÓN



Fuente: Datos basados en la encuesta publicada en Frey y Osborne (2016).

### ACCESO UNIVERSAL A EDUCACIÓN DE CALIDAD

Más allá de la necesidad de ocuparse de la relocalización de la fuerza de trabajo, la educación es otro aspecto crítico, y esto se pone de manifiesto en el hecho de que los nuevos puestos tienden a aglomerarse en lugares que cuentan con una fuerza de trabajo altamente calificada. Además, porque la educación es lo que les permite a los trabajadores pasarse a ocupaciones nuevas de un modo exitoso. A lo largo de las últimas décadas, los trabajadores calificados del sector de actividades automatizables fueron, en promedio, más exitosos en su transición hacia trabajos mejor pagos que los trabajadores me-



dencia. El único obstáculo que impide que todos los niños tengan acceso a los mejores cursos y métodos de aprendizaje del mundo reside en la capacidad y la voluntad de los gobiernos para promover el aprendizaje en línea y hacer que la infraestructura tecnológica necesaria esté disponible para todos los habitantes.

Además de la importancia de mejorar la calidad educativa y ampliar las posibilidades de acceso para todos los niños, el aprendizaje continuo adquiere una relevancia creciente para los trabajadores, que, a lo largo de sus carreras, ven cómo sus habilidades se van volviendo obsoletas producto de la automatización. Para mantener la competitividad de la fuerza de trabajo y brindarles a los trabajadores las competencias que necesitan para conservar sus empleos, es necesario que los gobiernos les ofrezcan oportunidades de capacitación a lo largo de sus carreras. Una vez más, los MOOC ofrecen una solución posible y hacen del tiempo un elemento superfluo en la educación contemporánea. En lugar de forzarlos a participar de programas académicos que se extienden durante un período determinado, las tecnologías digitales permiten que los estudiantes cursen cada

uno a su propio ritmo.

Al descomponer el proceso de aprendizaje, poniendo a disposición de los alumnos un abanico de competencias o habilidades entre las cuales pueden elegir, sin tener que necesariamente completar un programa académico estandarizado, pero con la posibilidad de continuar sus estudios, los MOOC ofrecen un enfoque modular de la educación que puede resultar útil hasta para aquellos empleadores que están tratando de reentrenar a su fuerza de trabajo. Debido a que muchas competencias siguen siendo específicas de cada industria y ocupación, los gobiernos deberían incluir a la industria y a las asociaciones profesionales en el proceso de discusión para llevar a cabo programas modulares tendientes a desarrollar trayectorias laborales específicas.

Las ventajas del aprendizaje en línea para los negocios no deberían limitarse a un método de reducción de costos, sino que tendrían que ser, asimismo, una herramienta para mejorar el acceso a la educación y la calidad del proceso de aprendizaje. Contar con una mayor cantidad de macrodatos relacionados con el comportamiento de los estudiantes

en sus procesos de aprendizaje ayudará a quienes diseñan los contenidos de los programas educativos a evaluar el desempeño y el progreso de sus alumnos y a identificar las mejores formas de optimizar sus esfuerzos de aprendizaje. En el contexto de la educación superior, un estudio reciente, que comparó un MOOC del MIT con su equivalente presencial, halló que los alumnos del MOOC habían tenido un mejor desempeño al realizar el curso en línea. (Colvin *et al.*, 2014)

No obstante, los estudiantes aún necesitan tutores humanos que los incentiven a aprender y que los guíen activamente a lo largo del proceso de aprendizaje y, desde luego, necesitan desarrollar sus

capacidades de interacción social en el marco de dicho aprendizaje. Particularmente en el ámbito de la educación superior, hay ciertos límites que afectan lo que pueden lograr las plataformas en línea: los estudiantes de los MOOC tienen un desempeño más pobre que los estudiantes presenciales en el trabajo grupal, lo cual pone de relieve que los métodos de aprendizaje con interacción cara a cara siguen siendo cruciales para potenciar cierto tipo de habilidades interpersonales. Es probable que las interacciones físicas entre los estudiantes cobren aún más importancia, dado que las competencias sociales y creativas van quedando como las más difíciles de

### LA DESINDUSTRIALIZACIÓN PREMATURA

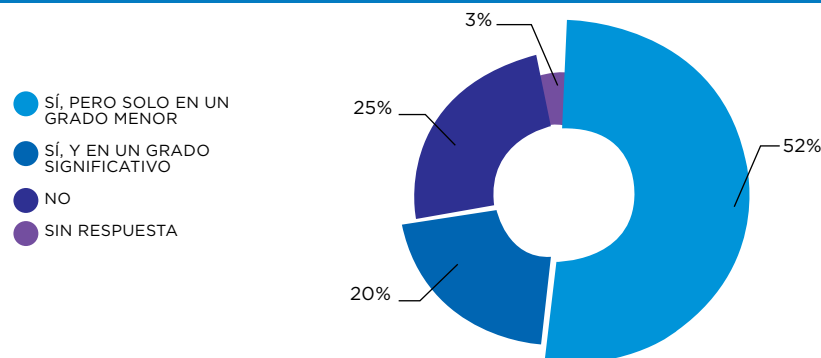
Una preocupación central es que la industrialización no será una fuente de prosperidad compartida hacia el futuro. Esto se debe a la sencilla razón de que la industria manufacturera en su conjunto se está volviendo cada vez más automatizada. El pico del empleo manufacturero experimentó una caída secular en las últimas décadas: mientras el empleo manufacturero en Estados Unidos llegó a un pico mayor al 30% del empleo total en la década de 1950, el empleo manufacturero en países como China, Brasil e India ya había llegado a un pico que se ubicó muy por debajo del 20% (Rodrik, 2015).

Esta “desindustrialización prematura”, como se la ha dado en llamar, es el resultado de la automatización en el sector transable. La automatización proporciona, en gran medida, un sustituto más barato de los trabajadores, incluso en China y Tailandia (Citi, 2016). A la luz de estas tendencias, el ímpetu reciente que se observa en Estados Unidos –y en otras partes del mundo– para recuperar los puestos de trabajo en la industria manufacturera parece condenado al fracaso. De hecho, en las economías avanzadas, durante mucho tiempo, la industria manufacturera tuvo un efecto insignificante sobre el empleo. Las estimaciones de Spence y Hlatshwayo (2012) muestran que los sectores no transables, que producen bienes y servicios para el consumo interno, pueden dar cuenta de hasta un 98% del crecimiento total del empleo estadounidense entre 1990 y 2008. A su vez, cerca de un 40% de este crecimiento se produjo en los servicios gubernamentales y de salud, que claramente no están primordialmente impulsados por las fuerzas del mercado; asimismo, el comercio minorista, la construcción y las industrias alimenticia y hotelera también contribuyeron en gran medida.

Al mismo tiempo, el sector transable, que en 1990 daba cuenta de más de 34 millones de puestos de trabajo en la producción de bienes y servicios exportables, como los productos manufacturados y los servicios profesionales, mostró un crecimiento ínfimo de 0,6 millones de puestos de trabajo.

GRÁFICO 2  
EXPECTATIVA DE IMPACTO DE AUTOMATIZACIÓN Y FABRICACIÓN DIGITAL

¿CREE USTED QUE LA AUTOMATIZACIÓN Y LOS DESARROLLOS EN IMPRESIÓN 3D LLEVARÁN A UNA CRECIENTE RELOCALIZACIÓN?



Fuente: datos basados en la encuesta publicada en Frey y Osborne (2016).

automatizar y podrían adquirir un valor creciente en el mercado de trabajo.

La educación en línea, por lo tanto, no debería sustituir el trabajo de los educadores, pero sí modificará las competencias que los docentes tendrán que tener en el futuro cercano. El aprendizaje en línea debe estar acompañado por docentes que se conviertan en tutores, trabajen interactivamente con sus alumnos y guíen ese proceso utilizando las herramientas en línea, faciliten las interacciones entre los estudiantes en el marco de ese esquema de enseñanza por tutorías y pongan a prueba la curiosidad de los alumnos para explorar el mundo más allá de los límites de sus respectivos programas académicos.

## NADIE ES INMUNE

A medida que se pierden puestos de trabajo por la automatización, una prioridad clave para los gobiernos es facilitar la transición de los trabajadores hacia nuevas formas de empleo. Ningún país es inmune a la automatización. Las economías avanzadas y en desarrollo enfrentan desafíos similares. La participación del empleo en la industria manufacturera seguirá cayendo a nivel mundial y exigirá que hasta los países en desarrollo realicen un cambio hacia formas de producción con mayores niveles de ca-

lificación, que siguen estando fuera del dominio de las tecnologías controladas por computadoras. Para países como China, que persiguen un cambio en su modelo de crecimiento hacia uno más basado en el consumo, dicha estrategia de crecimiento constituye el mejor camino a seguir. Los trabajadores calificados tienen ingresos más altos y generan una mayor demanda de servicios locales y, por tanto, de empleo en el sector interno de servicios. No obstante, esto hace que la actividad económica se esté concentrando cada vez más.

Hacen falta políticas que ayuden a los trabajadores a relocalizarse en ciudades y regiones en expansión, especialmente para favorecer el desplazamiento de trabajadores con menores niveles de calificación, cuya tendencia a la relocalización es menor. Asimismo, debido a que los nuevos puestos de trabajo tienden a concentrarse en aquellos lugares que cuentan con una mayor cantidad de trabajadores calificados, las políticas que faciliten la inversión en educación y capacitación serán esenciales para que las distintas regiones sigan siendo competitivas en la creación de empleo. Las plataformas educativas digitales constituyen un recurso muy prometedor para brindarles a los trabajadores acceso a servicios educativos eficientes en términos de costos, independientemente de dónde se encuentren geográficamente. ☁

### BIBLIOGRAFÍA

**Banco Mundial.** 2016. *World Development Report 2016: Digital Dividends*. Washington DC: The World Bank.

**Berger, T. y Frey, C. B.** 2016a. "Industrial Renewal in the 21st Century: Evidence from US Cities". *Regional Studies*. 51 (3): 404-4013.

—. 2016b. "Did the Computer Revolution Shift the Fortunes of US Cities? Technology Shocks and the Geography of New Jobs". *Regional Science and Urban Economics*. 57: 38-45.

**Citi.** 2015. *Technology at Work: The Future of Innovation and Employment*. Oxford Martin School y Citi GPS.

—. 2016. *Technology at Work: The Future is not what it used to be*. Oxford Martin School y Citi GPS.

**Colvin, K. F., Champaign, J., Liu, A. et al.** 2014. "Learning in an Introductory Physics MOOC: All Cohorts Learn Equally, Including an On-Campus Class". *The International Review of Research in Open and Distance Learning*. 15 (4): 263-283.

**Frey, C. B., Berger, T. y Chen, C.** 2016. "Industrialization, Cities and Job Creation: Evidence from Emerging Economies", mimeografía.

**Frey, C. B. y Osborne, M. A.** 2016. "The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?". *Technological Forecasting and Social Change*. 114 (C): 254-280.

**Moretti, E.** 2010. "Local Multipliers". *American Economic Review*. 100 (2): 373-377.

—. 2012. *The New Geography of Jobs*. Boston y Nueva York: Mariner Books, Houghton Mifflin Harcourt.

**Rodrik, D.** 2015. "Premature Deindustrialization". NBER Working Paper No. 20935. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

**Spence, M. y Hlatshwayo, S.** 2012. "The evolving structure of the American economy and the employment challenge". *Comparative Economic Studies*. 54 (4): 703-738.

# CARNE SINTÉTICA

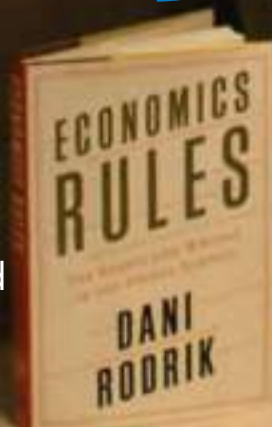
Seminario internacional  
sobre una tecnología  
que amenaza la  
ganadería de la región

Más información en  
[www.iadb.org/intal](http://www.iadb.org/intal)

Debemos **impedir** la fragmentación del mercado de trabajo

**DANI RODRIK**

Universidad de Harvard



SIENDO UNO DE LOS ECONOMISTAS MÁS INFLUYENTES DEL MUNDO, DANI RODRIK ES TAMBIÉN UN GRAN CONOCEDOR DE AMÉRICA LATINA. SU LIBRO *INTEGRATING THE AMERICAS*, EDITADO JUNTO A ANTONI ESTEVADEORDAL, ALAN TAYLOR Y ANDRÉS VELASCO, ES UNA REFERENCIA INELUDIBLE PARA EL ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE INTEGRACIÓN EN LA REGIÓN. EN ESTA ENTREVISTA, EL PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE HARVARD EXPLICA CUÁL DEBERÍA SER EL MARCO INSTITUCIONAL PARA FOMENTAR LA INNOVACIÓN Y CÓMO SERÁ EL IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA GLOBALIZACIÓN Y EL EMPLEO.

### ¿En qué consiste su propuesta de avanzar en un “Estado de innovación” que reemplace al “Estado de bienestar”?

El Estado de bienestar tuvo que ver principalmente con las redes de protección, la seguridad social y la redistribución. Se centró en atemperar los efectos del capitalismo y redistribuir sus beneficios de un modo más equitativo. Un Estado de innovación se centraría en transformar a toda la nación, incluidos los trabajadores, en participantes directos del proceso de innovación tecnológica que se está produciendo a un ritmo cada vez más acelerado. A su vez, esto implica dos cuestiones. En primer lugar, tenemos que empezar a pensar en el Estado, en tanto representante de la población en general, como la principal fuente de capital de riesgo. El gobierno y las instituciones públicas son quienes posibilitan el ecosistema que motoriza la innovación, ya sea directamente, por medio de subsidios, o proporcionando los recursos públicos que la facilitan, educación, infraestructura y

marco legal. De modo que no es exagerado pensar que el gobierno debería ser visto como un accionista directo del desarrollo de robots y nuevas tecnologías emergentes. En segundo lugar, necesitamos encontrar el modo de difundir más ampliamente las habilidades, aptitudes y capacitación para permitir que un mayor número de trabajadores aprovechen los beneficios de las nuevas tecnologías. En otras palabras, tenemos que impedir que se genere una bifurcación en el mercado de trabajo.

### En las anteriores revoluciones industriales se perdieron puestos de trabajo, especialmente en los segmentos menos calificados. ¿Será diferente esta vez?

Aún no lo sabemos. Siempre hay un desfase entre la incorporación de nuevas tecnologías y la realización de los beneficios en términos de mejoras salariales generalizadas. Quizás estemos atravesando un ciclo semejante. No obstante, no tenemos que quedarnos de brazos cruzados, sino que debemos pensar en las transformaciones institucionales necesarias. Cada revolución industrial ha traído aparejadas revoluciones en la forma de organización del capitalismo. Algo similar ocurrirá esta vez.

### ¿Vislumbra cambios radicales inminentes en las cadenas globales de va-



DANI RODRIK NACIÓ EN TURQUÍA EN 1957, PERO VIVIÓ CASI TODA SU VIDA EN ESTADOS UNIDOS, DONDE SE DOCTORÓ EN LA UNIVERSIDAD DE PRINCETON. EN LA ACTUALIDAD ES FORD FOUNDATION PROFESSOR DE ECONOMÍA POLÍTICA INTERNACIONAL EN HARVARD KENNEDY SCHOOL. ENTRE SUS PRINCIPALES OBRAS SE DESTACAN LAS SIGUIENTES:

- *LA PARADOJA DE LA GLOBALIZACIÓN*. ANTONI BOSCH. 2011.
- *ONE ECONOMICS, MANY RECIPES*. PRINCETON UNIVERSITY PRESS. 2007.
- *THE GLOBAL GOVERNANCE OF TRADE AS IF DEVELOPMENT REALLY MATTERED*. PNUD. 2001.
- *THE NEW GLOBAL ECONOMY AND DEVELOPING COUNTRIES: MAKING OPENNESS WORK*. JOHNS HOPKINS UNIVERSITY PRESS. 1999.
- *HAS GLOBALIZATION GONE TOO FAR?*. INSTITUTE FOR INTERNATIONAL ECONOMICS. 1997.

### lor a raíz de las nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial y la impresión 3D?

Claramente vemos que las ventajas comparativas de la industria manufacturera se trasladan de los países de bajos ingresos y bajos salarios. Una vez que uno puede abaratar la fabricación de zapatos con una impresora 3D, ya no necesita tercerizar la producción en sitios de bajo costo. De modo que las cadenas de valor se están restableciendo en sus lugares de origen y los países de ingresos bajos y medios están sufriendo lo que he dado en llamar “desindustrialización prematura”. Por consiguiente, me parece poco probable que otros países puedan reproducir las milagrosas industrializaciones orientadas a las exportaciones de los países del este y sudeste asiático. Cada vez es más difícil crecer rápidamente.

### ¿Cómo se puede promover la innovación en general y, en particular, en los países latinoamericanos?

Gran parte de América Latina se ve afectada por la paradoja de que los sectores más modernos de la economía tienen un excelente desempeño, son tan sofisticados como los de cualquier otro lugar del mundo. Sin embargo, la productividad general de la economía es débil. Resolver esta dualidad es el principal desafío. La solución a largo plazo se encuentra en la educación y la mejora de las instituciones. En el corto y mediano plazo, necesitamos que los gobiernos sean ágiles y experimenten, ayudando a las firmas de los sectores más modernos a vencer los obstáculos que les impiden crecer y absorbiendo mayores proporciones de mano de obra de los sectores más rezagados de la economía. Estos obstáculos son sumamente específicos para cada tipo de actividad y no se los puede eliminar mediante reformas estructurales genéricas. Esta es la razón por la cual necesitamos gobiernos que se involucren más en la práctica.

### ¿Es posible generar un Silicon Valley en América Latina?

Existen numerosos centros de excelencia en América Latina. El desafío

LAS MESAS EJECUTIVAS EN PERÚ SON UN EXCELENTE EJEMPLO DE DIÁLOGO PÚBLICO-PRIVADO

EL GOBIERNO DEBERÍA SER VISTO COMO UN ACCIONISTA DIRECTO DEL DESARROLLO DE ROBOTS

es conectarlos mejor con el resto de la economía. La clave es reducir la brecha existente entre las actividades de vanguardia, ya sea en la industria manufacturera, los servicios o la agricultura, y las actividades más retrasadas.

**SERÁ CADA VEZ MÁS DIFÍCIL REPRODUCIR EL MODELO ASIÁTICO DE CRECIMIENTO EXPORTADOR**

### ¿Qué políticas públicas se han implementado en el mundo con buenos resultados?

Algunos de los mejores experimentos con el tipo de política industrial ágil y de participación activa que vienen a mi mente en este momento se están produciendo precisamente en América Latina. Las Mesas Ejecutivas de Perú son un muy buen ejemplo de cómo se puede establecer el diálogo público-privado y abordar las restricciones limitantes.

### ¿Cuáles son los nuevos dilemas que plantea el cambio tecnológico para la globalización?

Mientras no logremos emprender las innovaciones institucionales necesarias para difundir los beneficios de la tecnología, me temo que los riesgos de una reacción contra la globalización, contra los inmigrantes y contra el liberalismo seguirán en aumento.

### ¿Está preparada la gobernanza global para lidiar con una revolución tecnológica y sus consecuencias?

Creo que exageramos la importancia y la necesidad de una gobernanza global. La mayor parte de nuestros problemas radican en deficiencias de la gobernanza local, y no se los puede resolver

### RODRIK DIXIT

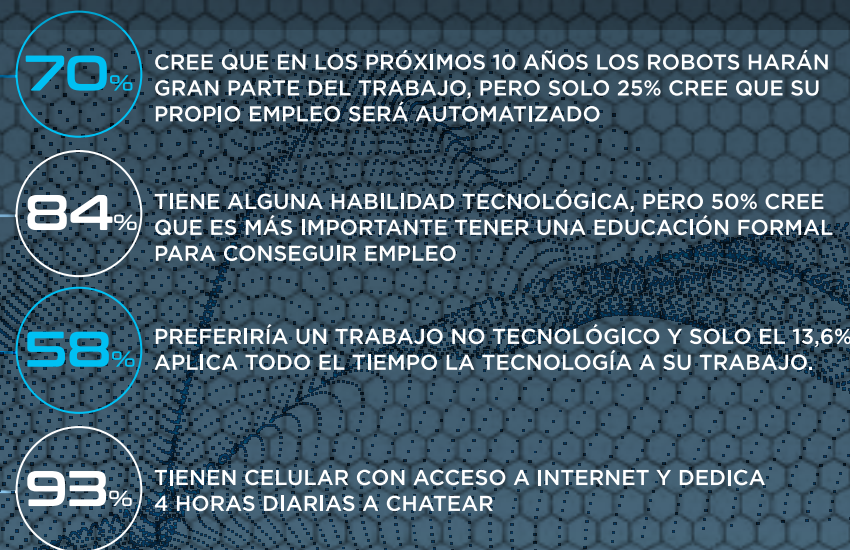
El blog de Dani Rodrik es uno de los más visitados entre los economistas. Su título es "Pensamientos no convencionales en economía del desarrollo y globalización". Allí el prestigioso académico de Harvard comparte sus ideas sobre la dinámica de la coyuntura económica internacional en un lenguaje sencillo para sus seguidores:

- El problema fundamental con el comercio no es que hay ganadores y perdedores, el mercado interno genera más pérdida de empleo que el comercio. El problema es que ocasiona una redistribución injusta, o al menos una redistribución que puede ser legítimamente percibida como injusta.
- Siempre es mejor abordar los problemas en su fuente en lugar de tratar de lidiar con los síntomas.
- El problema con los remedios indirectos es que ellos mismos crean nuevos problemas.
- Uno de mis aforismos favoritos es "el mundo es un 'segundo mejor', en el mejor de los casos". Nos dice que la lógica de la primer y mejor opción puede ser engañosa en el mundo real.
- La reciente aceleración del crecimiento se basó en crecimiento rápido de la productividad del trabajo intra-sectorial (América Latina) o en cambios estructurales generados por el mismo crecimiento (África), pero rara vez ambos al mismo tiempo.

por medio de acuerdos comerciales ni multilaterales. De hecho, la búsqueda de una gobernanza global ha desviado la atención de nuestros dirigentes políticos y financieros, apartándolos de la construcción de los acuerdos nacionales necesarios para sostener economías abiertas y robustas. Es tanto un síntoma como una causa de la reacción populista y la creciente división entre estas élites dirigentes y los votantes comunes. ☁

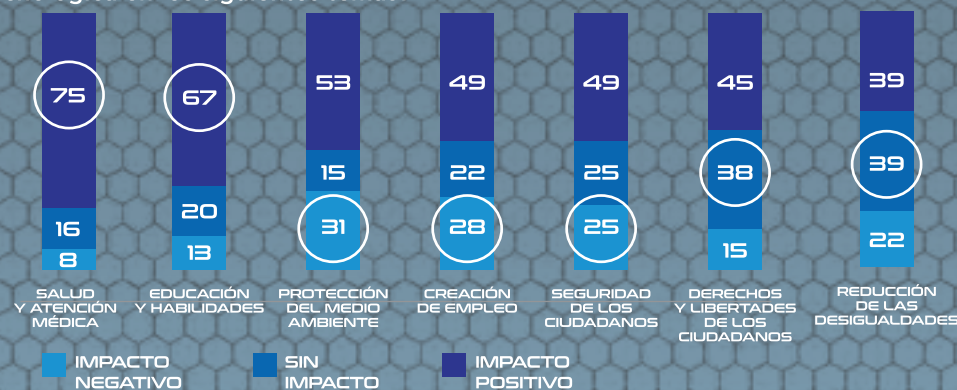
# LA GENERACIÓN Y

A TRAVÉS DE UNA ENCUESTA CUANTI-CUALITATIVA SE BUSCÓ EXPLORAR CUÁL ES LA VISIÓN DE LOS MILLENNIALS ARGENTINOS RESPECTO DEL CAMBIO EXPONENCIAL Y SUS EFECTOS SOBRE EL TRABAJO, LA EDUCACIÓN Y LA INTEGRACIÓN COMERCIAL, COMO TAMBIÉN CONOCER LAS TENDENCIAS RELACIONADAS CON LA PLANIFICACIÓN DE SU CARRERA Y VIDA PERSONAL.



### VALORACIÓN DE LA INNOVACIÓN

Durante los próximos 15 años, ¿qué impacto tendrán la ciencia y la innovación tecnológica en los siguientes temas?



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ENCUESTA INTAL-VOICES, 2017.

ANÁLISIS

Diego Aboal y  
Gonzalo Zunino  
Centro de Investigaciones Económicas  
(CINVE)

# Innovación y habilidades en América Latina



No estaba prediciendo el futuro,  
estaba intentando prevenirlo.

Ray Bradbury

LA INNOVACIÓN ES CLAVE PARA EL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PAÍSES POR SUS EFECTOS POSITIVOS SOBRE EL EMPLEO. SIN EMBARGO, HAY EVIDENCIA BASTANTE CLARA DE QUE LA INNOVACIÓN PRESENTA UN SESGO DE HABILIDADES, ES DECIR, FAVORECE A LA DEMANDA DE MANO DE OBRA MÁS CALIFICADA. ESTO IMPLICA UN GRAN DESAFÍO EN MATERIA DE PROTECCIÓN SOCIAL.

La innovación, o la introducción de nuevos productos, procesos, formas organizacionales y de mercadeo, se entiende cada vez más como esencial para el crecimiento de los países. La innovación ha sido un factor importante de crecimiento para varios países de la OCDE (OECD, 2010). El crecimiento de la productividad multifactorial que está vinculada a la innovación explica gran parte del crecimiento de la productividad total de estos países. Las diferencias de productividad multifactorial también explican gran parte de la disparidad entre economías avanzadas y economías emergentes. Esto indica que la innovación es clave para reducir la brecha de productividad entre estos dos tipos de economías.

Basándose en este tipo de evidencia, los países latinoamericanos ven cada vez más a la innovación como una forma de aumentar la competitividad, diversificar sus economías y pasar a actividades de mayor valor agregado. Esto ha generado políticas de apoyo a la innovación a lo largo de toda América Latina y el Caribe. Sin embargo, un aspecto que no puede ser descuidado es que la innovación puede tener impactos importantes en términos



de empleo. Dado esto, entender cuál ha sido el vínculo entre innovación y empleo en América Latina y el Caribe puede ser útil para los encargados de diseñar políticas de innovación de forma de minimizar sus impactos negativos y maximizar sus impactos positivos.

El impacto de las innovaciones sobre el empleo depende de múltiples factores que van en direcciones contrarias. En primer lugar, depende del tipo de innovación. Las innovaciones de producto tienden a tener un efecto positivo, mientras que las de procesos en general tienen efectos nulos o negativos. Los efectos también dependen del sector donde se introduzcan las innovaciones. Hay sectores como los intensivos en conocimiento que están innovando de forma permanente y que tienen un tipo de capital humano que es más flexible a estos cambios. Por otra parte, los efectos

sobre el empleo también dependen del tipo de tecnología que se introduce, ya que de estas depende la mejora de la productividad que puedan tener las empresas y, por tanto, su capacidad de captar mayor demanda vía reducciones de precios o mayor calidad de los productos.

A nivel sectorial y de toda la economía se pueden dar diversos

efectos indirectos. Por ejemplo, pueden existir desplazamientos de puestos de trabajo desde empresas de bajo nivel de intensidad innovativa hacia empresas muy innovadoras. También se puede dar la muerte de empresas que no innovan y la creación de nuevas empresas y puestos de trabajo a partir de ideas innovadoras. Finalmente, la innovación puede conducir a una mejora global de la competitividad de la economía a través de, por ejemplo, proveedores más eficientes y de mayor calidad, lo que podría redundar en mayor capacidad de competencia en mercados externos y mayor empleo.

No obstante, y más allá de los efectos globales que la innovación y el cambio técnico generan sobre el nivel de empleo, varios trabajos han llamado la atención sobre las profundas transformaciones que estos procesos podrían generar sobre el mercado laboral y las ocupaciones tal cual las conocemos actualmente. En particular, el reciente trabajo de Frey y Osborne (2013) junto con los elaborados por Autor, Levy y Murnane (2003) y Acemoglu y Autor (2011) constituyen referencias principales de una serie de estudios que en los últimos años ha llamado la atención respecto de que el cambio tecnológico y particularmente los avances en materia de robótica podrían sustituir muchos de los puestos de trabajo existentes en la actualidad, con lo que se genera el fenómeno comúnmente conocido como “desempleo tecnológico”.

En mayor o menor medida, estos estudios ponen de manifiesto las implicancias que el avance tecnológico pueda tener para el devenir de nuestras sociedades. Así, por ejemplo, dependiendo de si las máquinas son capaces de sustituir solo el trabajo poco calificado, calificado o todo el trabajo, se darán consecuencias distributivas diferentes y las transformaciones sociales nece-

sarias para acompañar dichos cambios serán también diferentes.

Considerando los aspectos anteriores, este artículo realiza en primer lugar una revisión de los principales resultados encontrados por la literatura económica respecto de la relación entre innovación, cambio tecnológico y empleo a los efectos de comprender mejor el vínculo entre estos procesos y el mercado laboral. Adicionalmente, se realiza un ejercicio prospectivo de sensibilidad de los mercados laborales de Argentina y Uruguay ante el proceso de avance tecnológico, focalizando en el fenómeno de robotización y automatización de las ocupaciones actuales. Este ejercicio pretende cuantificar la magnitud de las transformaciones que podrían sufrir los mercados laborales, tal cual los conocemos en la actualidad, en las próximas décadas al tiempo que identificar los grupos más vulnerables a dichas transformaciones. Finalmente, se presentan algunas reflexiones respecto de las implicancias de política económica que se derivan del análisis realizado.

## EFECTOS COMPENSACIÓN Y DESPLAZAMIENTO

En general, esperamos dos efectos predominantes de la innovación en el empleo a nivel de empresa. El primero es un efecto de pérdida de empleo debido a la reducción de los requerimientos de mano de obra por unidad de producto. El segundo es un efecto de compensación positiva provocado por la expansión de las ventas y la producción. Este segundo efecto está vinculado tanto a la reducción de los costos marginales (la reducción de los precios genera un aumento de la demanda), como a la creación de nuevos productos que requieren mano de obra adicional. Estos efectos sobre el empleo

TABLA 1  
EL EFECTO DE LA INNOVACIÓN EN EL EMPLEO

TIPOS DE INNOVACIÓN	EFECTO DESPLAZAMIENTO	EFECTO COMPENSACIÓN	FUERZAS ACTUANDO
INNOVACIÓN EN PROCESOS	Efecto productividad (-): menos mano de obra para una producción dada.	Efecto precios (+): reducción de costes, repercusión en el precio, ampliación de la demanda.	Comportamiento de los agentes.
INNOVACIÓN EN PRODUCTOS	Diferencias de productividad de los nuevos productos con respecto a los existentes (- o +). Efectos de demanda sobre los productos existentes (- o +): ¿canibalización del mercado?	Efecto de la ampliación de la demanda (+): ampliación del mercado.	Competencia entre empresas.

Fuente: Adaptado de Harrison et al. (2008).

pueden ser más o menos importantes de acuerdo con la estructura del mercado (tanto de bienes como de factores) y los sectores en los que tiene lugar la innovación.

El comportamiento de los directivos y trabajadores de las empresas podría también exacerbar o reducir el efecto de desplazamiento y debilitar o aumentar los efectos compensatorios. Por ejemplo, el poder de mercado de la empresa y el poder de negociación salarial de los trabajadores podrían reducir el paso a los precios de los ahorros de costos debido a la innovación y, por lo tanto, debilitar los efectos positivos de la innovación en el empleo.

Además, también hay efectos parciales a nivel sectorial (reasignación de la producción y del empleo entre empresas más y menos innovadoras) y efectos de equilibrio general, cuando se considera la interacción entre diferentes mercados.

Por último, es importante señalar que la innovación afecta no solo al número de empleos creados, sino también a su calidad. La innovación podría estar asociada con un menor crecimiento del

empleo de los trabajadores no cualificados, al tiempo que aumenta la demanda de mano de obra calificada. Dependiendo del “sesgo de habilidad” de la innovación, su impacto puede ser diferente para los trabajadores calificados y no calificados (ver tabla 1).

### EMPLEO EN MANUFACTURAS

En esta sección mostraremos los resultados disponibles para la industria manufacturera en América Latina. Estos resultados provienen de una serie de trabajos realizados por el BID y que fueron sistematizados y ampliados en Crespi y Tacsir (2012).<sup>1</sup> En estos trabajos se estimó el impacto de las innovaciones en producto y procesos sobre el empleo.

En la tabla 2 se muestran los resultados sobre el empleo global. Cuando se considera la totalidad del sector manufacturero de los países, los resultados indican que la innovación en productos tiene un efecto positivo y significativo sobre el empleo para todos los países analizados. Por el contrario, la innova-

9%  
ES EL RIESGO DE AUTOMATIZACIÓN EN ESTADOS UNIDOS SEGÚN LA OCDE

ción en procesos en general o no tiene un efecto significativo sobre el empleo (Argentina, Chile) o tiene un efecto negativo (Uruguay). Solo en el caso de Costa Rica tiene un impacto positivo. Esto último puede deberse a que la innovación en procesos no haya generado importantes ganancias de productividad y por tanto no se generó efecto desplazamiento. También puede haber

ocurrido que aun cuando haya generado importantes ganancias de productividad y que haya habido efecto desplazamiento de mano de obra, esto haya sido más que compensado por un efecto de ampliación de mercado (a través, por ejemplo, de reducciones de precios), lo que llevó a un efecto neto positivo.

La evidencia presentada por Harrison et al. (2008) para algunos países europeos (Francia, Alemania, España y Reino Unido) es similar a la encontrada para América Latina.

Los resultados para empresas pequeñas (menos de 50 empleados) y para empresas de alta y baja tecnología son similares a los encontrados para la totalidad del sector manufacturero. Quizás el resultado más interesante para destacar es que en el caso de Uruguay el efecto de desplazamiento de la

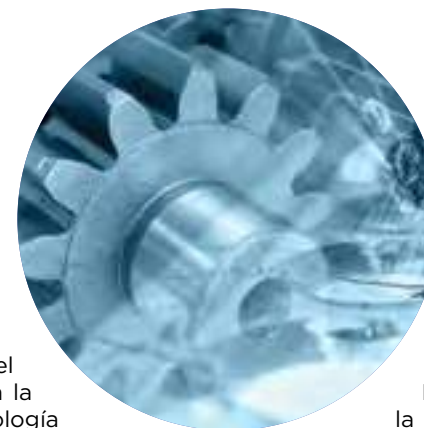
TABLA 2  
INNOVACIÓN Y EMPLEO EN EMPRESAS MANUFACTURERAS EN AMÉRICA LATINA

VARIABLE DEPENDIENTE: EMPLEO AJUSTADO				
REGRESIÓN\PAÍS	ARGENTINA	CHILE	COSTA RICA	URUGUAY
<b>Todas las empresas manufactureras</b>				
Innovación solo en proceso	1,398	0,333	18,413*	-2,716**
Crecimiento de las ventas debido a nuevos productos	1,170***	1,751***	1,015***	0,961***
<b>Empresas pequeñas manufactureras</b>				
Innovación solo en proceso	-2,542	-3,38	15,415	-2,595
Crecimiento de las ventas debido a nuevos productos	1,140***	2,141*	1,051***	0,998***
<b>Alta tecnología vs. baja tecnología</b>				
<b>Baja tecnología</b>				
Innovación solo en proceso	0,849	-0,517	ND	-2,524
Crecimiento de las ventas debido a nuevos productos	1,105***	1,403*	ND	0,956***
<b>Alta tecnología</b>				
Innovación solo en proceso	-1,45	-0,076	ND	-2,897**
Crecimiento de las ventas debido a nuevos productos	0,910***	1,695**	ND	0,958***

Notas: la variable empleo está ajustada por la ventas de productos viejos. Estimación por variables instrumentales. \*\*, \*\*\* significativo al 10%, 5% y 1%, respectivamente. Empresas pequeñas son aquellas de menos de 50 trabajadores. Empresas de alta tecnología son aquellas con un ratio de gastos de innovación/ventas por encima de la mediana. ND = no disponible. Innovación solo en proceso es una variable ficticia (*dummy*) que indica la introducción de este tipo o del tipo organizacional de innovación por parte de las empresas.

Fuente: Crespi y Tacsir (2012).





innovación de procesos es más fuerte en las grandes empresas y en el sector de alta tecnología.

Los resultados resumidos en la tabla 3 sugieren algunos patrones interesantes sobre el impacto de la innovación en la composición de las calificaciones de la mano de obra. En primer lugar, la innovación de productos es siempre significativa. El coeficiente asociado con el crecimiento de ventas de nuevos productos (indicador de innovación en producto) es sistemáticamente alrededor del 20 por ciento mayor para la mano de obra calificada que la mano de obra no calificada en los casos de Argentina y Uruguay. Es decir, la innovación en producto genera una mayor demanda de

mano de obra calificada que de mano de obra no calificada. Por otro lado, los coeficientes de la variable innovación en producto son bastante similares en el caso de Costa Rica. En cuanto a las variables de innovación de procesos, las mismas no son estadísticamente significativas en el caso de Argentina son negativamente significativas para la mano de obra no calificada en el caso de Uruguay y sorprendentemente positivas y significativas en el caso de Costa Rica.

Los resultados para empresas pequeñas son muy similares al resultado para el total de la muestra.

Las estimaciones para el sector de baja tecnología no muestran evidencia de sesgo de habilidad de las innovacio-

nes. Solo en el caso de Uruguay hay un coeficiente más alto para la mano de obra no calificada en comparación con el trabajo calificado. En la muestra de alta tecnología de Uruguay, hay evidencia de sesgo de habilidad debido a la introducción de nuevos productos. Finalmente, no hay evidencia de sesgos de habilidad debido a la introducción de innovaciones de proceso, a no ser un sesgo negativo hacia el empleo no calificado en el caso de las empresas de alta tecnología en Uruguay.

todos los casos. La evidencia presentada en dicha tabla con respecto a la innovación de procesos es mixta. En el caso de Uruguay, la variable innovación de proceso tiende a ser no signifi-

cativa (excepto a un 10% de significación y con un coeficiente positivo para las pequeñas empresas), este resultado es similar al encontrado por Harrison *et al.* (2008) para Francia, Alemania, Reino Unido y España y por Dachs y Peters (2013) para Europa. En Leitner *et al.* (2011) parece ser significativa en el caso de todos (10% de significación) y del sur (5% de significación), con un impacto positivo en ambos casos.

Cuando miramos el efecto sobre el empleo calificado y no calificado en Uruguay, encontramos que la innovación de los productos sigue siendo significativa en todos los casos, pero los coeficientes son ahora menores en el caso de la mano de obra no calificada, similar a los resultados de Leitner *et al.* (2011) para todos y países del sur. La innovación de procesos tiene un efecto de desplazamiento neto solo en el caso de la mano de obra no calificada en toda la muestra. En todos los demás casos no tiene efecto. Esta evidencia para el Uruguay apoya la hipótesis de que la innovación en el sector de los servicios tiene sesgo de habilidades (contra el trabajo no calificado) y va en la misma dirección que lo encontrado por Evangelista y Savona (2003) para firmas italianas.

### EMPLEO EN LOS SERVICIOS

La evidencia empírica sobre la relación entre la innovación y el empleo en el sector de los servicios es escasa y se limita mayormente a los países europeos. Acá resumiremos resultados de estimaciones hechas para Uruguay y las compararemos con tres de los trabajos recientes que reportan resultados para países europeos (Leitner, Pöschl y Stehrer, 2011; Dachs y Peters, 2013 y Harrison *et al.*, 2008).

La tabla 4 muestra que, quizás sorprendentemente, los resultados para Uruguay son similares a los encontrados en muchos países europeos. Los coeficientes de la variable para el crecimiento de las ventas debido a los nuevos servicios (una variable aproximada *-proxy-* de la innovación en productos) para Uruguay tienen el mismo signo y están en el mismo rango de valores que en la mayoría de los países y grupos de países europeos (la única excepción son los países del sur en Leitner *et al.*, 2011). Como se muestra en la tabla 4, el efecto sobre el empleo de la innovación en producto es positivo y significativo en

TABLA 3  
INNOVACIÓN Y CALIDAD DEL EMPLEO EN EMPRESAS MANUFACTURERAS EN AMÉRICA LATINA

REGRESIÓN \ PAÍS	ARGENTINA		COSTA RICA		URUGUAY	
	CALIFICADO	NO CALIFICADO	CALIFICADO	NO CALIFICADO	CALIFICADO	NO CALIFICADO
<b>Todas las empresas manufactureras</b>						
Innovación solo en proceso	3,048	2,488	10,465	26,260**	2,379	-3,373*
Crecimiento de las ventas debido a nuevos productos	1,308***	1,126***	1,010***	1,020***	1,087***	0,929***
<b>Empresas pequeñas manufactureras</b>						
Innovación solo en proceso	-3,696	0,218	4,371	17,478	5,116	-3,281
Crecimiento de las ventas debido a nuevos productos	1,346***	1,075***	1,012***	1,068***	0,970***	0,916***
<b>Alta tecnología vs. baja tecnología</b>						
<b>Baja tecnología</b>						
Innovación solo en proceso	-0,042	1,585	ND	ND	0,114	-1,587
Crecimiento de las ventas debido a nuevos productos	0,973***	0,968***	ND	ND	0,817***	0,894***
<b>Alta tecnología</b>						
Innovación solo en proceso	-1,028	-0,585	ND	ND	-0,134	-5,781***
Crecimiento de las ventas debido a nuevos productos	0,952***	0,938***	ND	ND	0,873***	0,835***

Notas: la variable empleo está ajustada por la venta de productos viejos. Estimación por variables instrumentales. \*\*, \*\*\* significativo al 10%, 5% y 1%, respectivamente. Empresas pequeñas son aquellas de menos de 50 trabajadores. Empresas de alta tecnología son aquellas con un ratio de gastos de innovación/ventas por encima de la mediana. ND = no disponible. Innovación solo en proceso es una variable ficticia (*dummy*) que indica la introducción de este tipo o del tipo organizacional de innovación por parte de las empresas. Fuente: Crespi y Tacsir (2012).

### CAMBIO TECNOLÓGICO

En esta sección, dejaremos de lado el análisis de la evidencia histórica sobre el vínculo entre el cambio tecnoló-

gico, la innovación y el mercado laboral tomando una mirada prospectiva. En concreto, nos focalizaremos en el impacto que el cambio tecnológico podría tener sobre los mercados laborales de Argentina y Uruguay, poniendo énfasis en la sustitución o reemplazo de las ocupaciones que actualmente se desarrollan en estos países.

En particular, se intentará comprender cuán fuerte puede ser la destrucción de empleo o “desempleo tecnológico”, como también identificar los grupos poblacionales y sectores de actividad más expuestos al fenómeno. Consecuentemente, se intentará comprender cuáles son los desafíos del sistema de protec-

ción social frente a este nuevo contexto laboral de modo de minimizar los impactos de la transición.

Para esto se realizará una estrategia empírica basada en los recientes resultados del trabajo de Frey y Osborne (2013). Este trabajo constituye una referencia muy importante en la literatura reciente de cambio tecnológico y empleo. En efecto, este trabajo, desarrollado originalmente para EE. UU., ha sido utilizado como base en varias investigaciones posteriores para estimar la vulnerabilidad de las ocupaciones actuales al cambio tecnológico en distintos países del mundo. Por lo tanto, esta aproximación, si bien tiene importantes

TABLA 4  
INNOVACIÓN Y EMPLEO EN SERVICIOS, URUGUAY VS. EUROPA

VARIABLE DEPENDIENTE: empleo ajustado por crecimiento de ventas de productos viejos

VARIABLE DE INNOVACIÓN	CRECIMIENTO DE LAS VENTAS DEBIDO A NUEVOS PRODUCTOS	INNOVACIÓN SOLO EN PROCESO <sup>1/</sup>
ABOAL ET AL. (2015)		
TODAS LAS EMPRESAS	0,95***	1,21
EMPRESAS PEQUEÑAS	0,83***	6,94*
EMP. INTENSIVAS EN CONOCIMIENTO	1,03***	1,52
DACHS Y PETERS (2013) <sup>2/</sup>		
EUROPA (16 PAÍSES)	0,89***	-1,57
LEITNER ET AL. (2011) <sup>3/</sup>		
TODOS	0,69***	1,67*
CEEC	0,91***	3,44
CORE	0,89***	-0,68
SUR	0,42***	3,38**
HARRISON ET AL. (2008) <sup>4/</sup>		
FRANCIA	1,23***	-1,63
ALEMANIA	0,90***	1,56
ESPAÑA	1,07***	-0,46
REINO UNIDO	1,10***	3,10

Notas: Estimaciones por variables instrumentales. \*, \*\*, \*\*\* significativo al 10%, 5% y 1%, respectivamente. Innovación solo en proceso es una variable ficticia (*dummy*) que indica la introducción de este tipo o del tipo organizacional de innovación por parte de las empresas.

1/ Harrison et al. (2008) y Aboal et al. (2015) incluyen innovación organizacional como parte de la variable innovación de proceso.

2/ Europa: datos para empresas de 16 países europeos. Fuente: Tabla 3 columna (1), servicios.

3/ Todos: incluye Dinamarca, Estonia, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Letonia, Luxemburgo, Portugal, Eslovenia, Eslovaquia, España y Suecia; CEEC: República Checa, Estonia, Hungría, Letonia, Eslovenia y Eslovaquia; CORE: Dinamarca, Francia, Luxemburgo y Suecia; Sur: Grecia, Italia, Portugal y España. Fuente: Tabla 2.

4/ Fuente: Tabla A2.

CUADRO 1  
PROBABILIDAD DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS OCUPACIONES

	MUJERES	HOMBRES	TOTAL
ARGENTINA	61,3%	66,1%	64,1%
URUGUAY	63%	69,2%	66,4%

Fuente: Elaborado en base a Frey y Osborne (2013) y encuestas continuas de hogares de Argentina y Uruguay 2015.

limitaciones (ver recuadro), nos permite contar con una medición de vulnerabilidad relativa de los mercados laborales de Argentina y Uruguay con respecto a un amplio set de países.

El trabajo de Frey y Osborne (2013) reporta para un set de ocupaciones basado en la Clasificación Ocupacional Estándar (*Standard Occupational Classification*) la probabilidad de ser robotizado o computarizado a mediano plazo. Tomando estas probabilidades como una aproximación razonable de lo que cabe esperar en las próximas dos décadas con respecto al avance de la tecnología sobre los empleos existentes en la actualidad, se buscó cuantificar la vulnerabilidad de los mercados laborales actuales en Uruguay y Argentina.

En concreto, se realizó un mapeo entre la información de Frey y Osborne (2013) y la existente en las encuestas de hogares (ECH) de Uruguay y Argentina. Este mapeo requirió de tablas de correspondencias entre las clasificaciones de ocupación utilizadas en las fuentes de datos.<sup>2</sup> Una vez que se adjudicó a cada ocupado una probabilidad de reemplazo para su ocupación actual, se computaron probabilidades de sustitución agregadas para el total de ocupados y para diferentes subgrupos poblacionales, lo que permitió identificar sectores particularmente vulnerables al desempleo tecnológico.

Los resultados de este ejercicio indican que aproximadamente dos tercios de las ocupaciones actualmente

CUADRO 2  
PROBABILIDAD DE AUTOMATIZACIÓN DE OCUPACIONES POR RAMAS DE ACTIVIDAD

	ARGENTINA	URUGUAY
AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA, FORESTACIÓN, SILVICULTURA Y PESCA	63,2%	82,2%
MINAS Y CANTERAS	66,6%	70,2%
INDUSTRIA MANUFACTURERA	73,7%	74,8%
ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	69,3%	67,7%
CONSTRUCCIÓN	66,6%	72,5%
COMERCIO AL POR MAYOR Y POR MENOR, REPARACIONES	76,6%	80,0%
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	76,6%	72,2%
HOTELES Y RESTAURANTES	66,6%	76,3%
COMUNICACIONES	51,4%	51,9%
ACTIVIDADES FINANCIERAS	67,7%	79,9%
ACTIVIDADES INMOBILIARIAS	53,6%	75,7%
OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS	54,1%	52,7%
ÓRGANOS EXTRATERRITORIALES	77,6%	59,8%

Fuente: Elaboración propia.



### LIMITACIONES DEL ENFOQUE DE OXFORD

El trabajo de Frey y Osborne (2013), de la Universidad de Oxford, y las probabilidades que allí se computan constituyen una referencia muy importante en la literatura reciente de cambio tecnológico y empleo. En efecto, este trabajo ha sido utilizado como base en varias investigaciones posteriores para estimar la vulnerabilidad de las ocupaciones actuales al cambio tecnológico en distintos países del mundo. No obstante, algunas investigaciones recientes desarrolladas principalmente por la OCDE (ver, por ejemplo, Arntz, Gregory y Zierahn, 2016; y OECD, 2015, 2016) señalaron algunas limitaciones importantes a su aproximación; los siguientes dos aspectos son los más relevantes.

En primer lugar, se señala que la aproximación de Frey y Osborne (2013), al estar basada en ocupaciones, asume implícitamente que la ocupación completa podría ser sustituida por el avance tecnológico en lugar de tareas concretas asociadas a la ocupación. El supuesto de sustitución completa de las ocupaciones en lugar de sustitución de tareas específicas asociadas a ellas podría conducir a una importante sobreestimación de los efectos del cambio tecnológico sobre el empleo.

En base a esta nueva aproximación por tareas en lugar de ocupaciones, el trabajo de Arntz et al. (2016) encuentra, a modo de ejemplo, que solo un 9% de las ocupaciones en EE. UU. presenta riesgo de automatización, lo que contrasta con el 47% estimado por Frey y Osborne (2013).

En segundo lugar, se argumenta que el trabajo de Frey y Osborne (2013) asocia directamente la sustitución tecnológica de ocupaciones a la pérdida de empleos. Arntz et al. (2016) argumentan que la automatización de ciertas tareas no necesariamente implica sustitución de trabajo humano por máquinas, sino solamente una nueva configuración de la división de tareas entre ambos.

desarrolladas en Argentina y Uruguay estarían en riesgo de ser reemplazadas por el avance técnico. Adicionalmente, el desempleo tecnológico sería un fenómeno generalizado a todas las ramas de actividad, con lo que no existe ninguna rama donde la probabilidad de sustitución sea inferior al 50%. Una preocupación adicional surge debido a que no se observa una correlación inversa entre edad y probabilidad de desempleo tecnológico. Esto es, los jóvenes de Uruguay y Argentina se siguen insertando laboralmente en ocupaciones con alto riesgo de reemplazo.

Finalmente, debido a que la probabilidad de desempleo tecnológico está notoriamente correlacionada (en forma negativa) con el nivel educativo alcanzado, el desafío hacia el futuro parece indicar que la educación será cada vez

más necesaria para lograr una inserción laboral menos vulnerable.

El ejercicio realizado constituye una aproximación a la vulnerabilidad de las ocupaciones desarrolladas en Uruguay y Argentina ante el proceso de avance tecnológico.

En primer lugar, se computó la probabilidad promedio de computarización o reemplazo tecnológico del total de ocupados en cada país. Esta aproximación nos muestra un panorama de muy alto riesgo donde, en promedio, aproximadamente dos terceras parte de las ocupaciones desarrolladas tanto en Argentina como en Uruguay podrían ser automatizables a mediano plazo (ver cuadro 1). A su vez, en ambos países se observa que los hombres estarían insertados, en promedio, en ocupaciones con mayor riesgo de automatización.

No obstante, incluso en las mujeres la probabilidad de automatización superaría en promedio el 60% tanto en Argentina como en Uruguay.

Estos registros se presentan notoriamente superiores al ya elevado valor computado por Frey y Osborne (2013) para la economía de EE. UU., donde la probabilidad de reemplazo tecnológico alcanzaría a un 47% de las ocupaciones. También se ubican por encima de las probabilidades de reemplazo estimadas para otras economías desarrolladas (35% en Finlandia según Pajarinen y Rouvinen, 2014; 59% en Alemania según Brzeski y Burk, 2015; y un rango de entre 40% y 60% para las economías de Europa del sur según Bowles, 24 de julio de 2014). Esta mayor vulnerabilidad al cambio tecnológico de las economías del Río de la Plata con respecto a EE. UU. y en general a las economías de mayor desarrollo podría deberse tanto a factores de oferta como de demanda.

En la medida en que el cambio tecnológico es un proceso continuo, por el lado de la demanda de mano de obra podría ocurrir que en EE. UU. el proceso de automatización de ciertas ocupaciones se encuentre en una etapa más avanzada de desarrollo y que, por lo tanto, ya no se estén demandando ocupaciones con alta probabilidad de re-

emplazo.

A su vez, dados los mayores niveles salariales observados en las economías desarrolladas, es posible que exista en este tipo de economías un mayor incentivo para avanzar en los procesos de automatización con respecto a las economías donde los salarios son más bajos. En efecto, es posible que en países con salarios reducidos, aunque las tecnologías se encuentren disponibles, no sean rentables algunas inversiones que permitan automatizar tareas. Finalmente, es posible que las economías de mayor desarrollo concentren su producción y empleo en sectores intensivos en empleos menos rutinarios y por lo tanto con mayores dificultades de robotización.

Por el lado de la oferta, la mayor calificación promedio de la mano de obra en las economías desarrolladas respecto de las emergentes probablemente haya facilitado su inserción en ocupaciones de mayor complejidad, con un menor componente rutinario y, por lo tanto, con mayores dificultades para su automatización.

Las hipótesis anteriores relacionadas a la mayor vulnerabilidad encontrada en los mercados de trabajo de Argentina y Uruguay no son analizadas en este artículo, aunque sería recomendable avan-

CUADRO 3  
PROBABILIDAD DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS OCUPACIONES POR NIVEL EDUCATIVO

	ARGENTINA	URUGUAY
PRIMARIA	71,3%	73,7%
SECUNDARIA INCOMPLETA	71,4%	73%
SECUNDARIA COMPLETA	71%	68,3%
UNIVERSIDAD INCOMPLETA	66,2%	60,2%
UNIVERSIDAD COMPLETA	39,9%	29%

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 4  
PROBABILIDAD DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS OCUPACIONES POR GRUPOS DE EDAD

EDADES	ARGENTINA	URUGUAY
15-30	72,9%	74,7%
31-40	65,9%	65,9%
41-50	62,3%	64,2%
51 O MÁS	61,9%	65,5%

Fuente: Elaboración propia.

zar en el conocimiento de la importancia de cada uno de estos factores a los efectos de comprender mejor en qué dirección avanzar para mitigar la vulnerabilidad actual.

### GRUPOS DE MAYOR EXPOSICIÓN

Cuando se analiza la población ocupada atendiendo a diferentes características como edad, género, rama de actividad y nivel educativo, encontramos situaciones heterogéneas y, por lo tanto, grupos de mayor vulnerabilidad.

Desde la perspectiva de ramas de actividad, tomando como referencia un nivel de agregación relativamente importante, no se identifican grandes sectores donde la probabilidad de automatización de las ocupaciones sea reducida. Esto es, no se identifica ningún gran sector de actividad donde el proceso de sustitución tecnológica de empleos prevista sea reducido. En efecto, como se puede observar en el cuadro 2, ninguno de los grandes sectores de actividad de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) presenta en promedio en Argentina o Uruguay una probabilidad de automatización de las ocupaciones inferior al 50%.

No obstante, dentro de este panorama global de altas probabilidades de sustitución tecnológica de ocupaciones, existen matices significativos entre las ramas de actividad. En efecto, tanto en Uruguay como en Argentina existen ramas de actividad donde el riesgo de

desempleo tecnológico se sitúa en el orden del 80%, en tanto en otras ramas este riesgo se reduce a niveles cercanos al 50%.

El caso extremo se registra en Uruguay, donde el sector de agricultura, caza, forestación, silvicultura y pesca presenta una probabilidad de reemplazo de sus ocupados superior al 80%. Una situación similar se observa en Uruguay en el sector de comercio al por mayor y por menor y reparaciones, y en las actividades financieras. Las ramas de actividad con menor probabilidad de reemplazo tecnológico de sus ocupaciones son comunicaciones y el agregado de otras actividades de servicios, donde la probabilidad promedio se aproxima al 50%.

En el caso de Argentina, los sectores de actividad donde se registran ocupaciones con mayor riesgo de reemplazo tecnológico (en todos los casos superando el 75%) son comercio al por mayor y por menor y reparaciones; transporte y almacenamiento; y los organismos extranjeros. Al igual que en Uruguay, los sectores de comunicaciones y el agregado de otras actividades de servicios, a los que se suman en el caso de Argentina las actividades inmobiliarias, se encuentran en el extremo inferior con probabilidades de reemplazo tecnológico de ocupaciones levemente superiores al 50%.

Por su parte, el análisis por niveles educativos de los ocupados refleja una predecible correlación negativa entre la probabilidad de sustitución tecnológica

de la ocupación y nivel educativo alcanzado. Esta relación presenta un patrón muy similar en ambos países del Río de la Plata (ver cuadro 3).

Un aspecto interesante para tener en cuenta es que si bien la relación negativa entre nivel educativo alcanzado y probabilidad de sustitución tecnológica de la ocupación se observa en todos los niveles, solo los ocupados con universidad completa muestran una probabilidad de reemplazo tecnológico sensiblemente más baja que el resto de los ocupados. En efecto, incluso los trabajadores con estudios universitarios incompletos se insertan en ocupaciones con muy altas probabilidades de ser automatizados en el mediano plazo.

En este sentido, si bien desde un punto de vista de la oferta una mayor formación parece ser la mejor estrategia para obtener una inserción laboral menos vulnerable al desempleo tecnológico, esta estrategia solo reduce sensiblemente la vulnerabilidad si se obtiene una formación terciaria completa.

Por último, el análisis de la vulnerabilidad ante el desempleo tecnológico por grupos de edades refleja un punto de preocupación adicional. Mientras que la situación deseable sería encontrar una correlación positiva entre edad y probabilidad de reemplazo tecnológico, se encuentra un panorama más neutral en Uruguay e incluso una correlación negativa en el caso de Argentina.

Esto es, los jóvenes de Uruguay y Argentina no se están insertando en promedio en ocupaciones más modernas y, por lo tanto, menos expuestas al desempleo tecnológico que las generaciones anteriores, sino que se siguen insertando laboralmente en ocupaciones con alto riesgo de reemplazo. Este fenómeno es particularmente preocupante, puesto que evidentemente el desafío en materia de seguridad social se reduce si las personas expuestas al desempleo

tecnológico se encuentran en edades próximas a su retiro (ver cuadro 4).

### DESAFÍOS DE POLÍTICA

La evidencia disponible, tanto para países en desarrollo como para países latinoamericanos, indica que la innovación es clave para el crecimiento de la productividad de los países. La literatura disponible para América Latina indica que la innovación en productos ha tenido efectos positivos sobre el empleo a nivel de empresas, mientras que la innovación en procesos en general ha tenido en la mayoría de los casos un impacto neutro. Sin embargo, hay evidencia bastante clara de que la innovación presenta un sesgo de habilidades, es decir, favorece a la demanda de mano de obra más calificada.

El sencillo ejercicio realizado en este artículo con base en la aproximación de Frey y Osborne (2013) señala que gran parte de las ocupaciones actuales que se observan en Argentina y Uruguay tienen riesgo de desaparecer en el mediano plazo como consecuencia del avance técnico. No obstante, el plazo que demande la transformación del mercado laboral puede variar significativamente dependiendo del costo de la tecnología, el costo de la mano de obra y la disponibilidad de recursos humanos adaptados a las nuevas condiciones.

La literatura advierte que solo aquellos trabajos que impliquen la realización de tareas no rutinarias, principalmente en el caso de tareas cognitivas, tenderían a perdurar y crecer en el mercado laboral de las próximas décadas.

En este contexto, se presentan tres grandes desafíos de política. En primer lugar, adaptar a la fuerza laboral a las nuevas demandas del siglo XXI. En segundo lugar, minimizar los costos de la transición hacia el nuevo escenario la-

61%

DE LOS EMPLEOS  
DE MUJERES  
ARGENTINAS  
PODRÍAN SER  
AUTOMATIZABLES

boral. Finalmente, buscar arreglos institucionales que permitan a la sociedad beneficiarse de las ventajas del cambio tecnológico. Este mejora en términos generales el bienestar social y brinda posibilidades de reducción de la pobreza, pero sin adecuadas soluciones políticas a los problemas señalados es posible asistir a un escenario de creciente desigualdad donde los beneficios tecnológicos no sean aprovechados por toda la sociedad.

Es así que el primer gran desafío actual de nuestras economías es preparar a la mano de obra en las nuevas habilidades requeridas. Economías modernas requieren trabajadores con habilidades modernas. Los trabajadores del siglo XXI necesitarán de una mayor dotación de habilidades cognitivas, técnicas y socioemocionales para lograr una mejor inserción laboral. Asimismo, dada la mayor tasa de depreciación de las habilidades adquiridas, los procesos formativos requerirán cada vez más continuidad, donde ganen relevancia las experiencias de formación continua.

La mayor parte de los países latinoamericanos han realizado importantes esfuerzos presupuestales en materia educativa con este fin. Adicionalmente, se han incrementado las instancias de evaluación de los sistemas educativos y las distintas políticas implementadas ponen foco principal en el desarrollo de habilidades cognitivas de los estudian-

tes. Las pruebas PISA de la OCDE han sido un pilar fundamental en esta transformación en cuanto a la medición de los resultados obtenidos por los diferentes sistemas educativos. Es decir, los sistemas educativos están prestando cada vez menos atención a la capacidad de asimilar información, para concentrarse en la capacidad de comprenderla y procesarla, de modo de resolver problemas prácticos.

Además de esta mayor orientación de los sistemas educativos hacia obtener resultados en materia de habilidades cognitivas, varios países han intentado que los sistemas educativos incorporen las nuevas tecnologías de la información de modo de reducir la brecha digital entre los estudiantes. A modo de ejemplo, el proyecto One Laptop per Child, con el objetivo de dotar a cada estudiante con un computador portátil de bajo costo, ha tenido una importante acogida en América Latina.<sup>3</sup>

En materia de gestionar la transición hacia las nuevas demandas del mercado laboral, los trabajadores más afectados generalmente son aquellos de mediana edad cuyas habilidades se han depreciado de forma importante. Este tipo de trabajadores, en caso de perder el trabajo, podrían tener dificultades adicionales para conseguir una nueva inserción laboral. Esta situación genera un importante desafío en materia de protección social y políticas laborales de oferta que eviten la consolidación de un grupo poblacional excluido del mercado laboral y, por lo tanto, expuesto a situaciones de vulnerabilidad económica.

Políticas laborales de oferta que busquen brindar a los trabajadores desplazados nuevas habilidades adaptadas a los modernos requerimientos, así como el fomento a emprendedores y nuevas modalidades independientes de empleo parecen ser las principales polí-

ticas para lidiar con la transición. No se registran hasta el momento experiencias de significativas transformaciones en materia de los sistemas de seguridad social orientados a lidiar con el potencial fenómeno de un desempleo tecnológico masivo.

Finalmente, cabe señalar que aunque se descarta que el equilibrio resultante de esta nueva revolución tecnológica sea la existencia de un masivo desempleo tecnológico, podría darse la posibilidad de un nuevo escenario con menor nivel de demanda laboral.

Sin embargo, hay que considerar que menor demanda de trabajo no necesariamente implica una reducción en el número de trabajadores demandados, sino que podría obtenerse una solución de equilibrio donde la cantidad de horas de trabajo por persona se reduzca. En efecto, la reducción de la jornada laboral, en un escenario de mayor productividad del trabajo, parece haber sido una solución adoptada en varios países europeos en las pasadas décadas ante este tipo de fenómenos (ver Spiezia y Vivarelli, 2000).

NOTAS

<sup>1</sup> Aboal et al. (2011), Alvarez et al. (2011) y De Elejalde, Giuliadori y Stucchi (2011).

<sup>2</sup> Se utilizó una tabla de correspondencia entre las clasificaciones SOC-2010 y CIUO 08 (Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones 2008) para realizar el mapeo en el caso de la ECH de Uruguay y una correspondencia CIUO 08-CNO 01 (Código Nacional de

Ocupaciones 2001) para realizar el mapeo con la ECH de Argentina.

<sup>3</sup> Modalidades más o menos extendidas de este proyecto se han desarrollado en varios países de América Latina como Uruguay (Plan Ceibal), Perú, Nicaragua, Ecuador, Colombia, Venezuela y Argentina. También China e India han implementado el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Aboal, D., Garda, P., Lanzilotta, B. et al. 2011. "Innovation, Firm Size, Technology Intensity, and Employment Generation in Uruguay. The Microeconomic Evidence". IDB Technical Notes No. IDB-TN-314. Washington DC: Inter-American Development Bank, Science and Technology Division, Social Sector.

—. 2015. "Does Innovation Destroy Employment in the Services Sector? Evidence from a Developing Country". *Emerging Markets Finance and Trade*. 51 (3): 558-577.

Acemoglu, D. y Autor, D. 2011. "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings". En: O. Ashenfelter y D. Card, editores. *Handbook of Labor Economics, Volume 4b*. San Diego y Amsterdam: North-Holland.

Alvarez, R., Benavente, J. M., Campusano, R. et al. 2011. "Employment Generation, Firm Size, and Innovation in Chile". IDB Technical Notes No. IDB-TN-319. Washington DC: Inter-American Development Bank, Science and Technology Division, Social Sector.

Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U. 2016. "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis". OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189. París: OECD Publishing.

Autor, D., Levy, F. y Murnane, R. 2003. "The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration". *Quarterly Journal of Economics*. 118 (4): 1279-1333.

Bowles, J. "The Computerization of European Jobs". Bruegel, Bruselas, 24 de julio, 2014.

Brzeski, C. y Burk, I. 2015. "Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt". ING DiBa Economic Research, abril.

Crespi, G. y Tacsir, E. 2012. "Effects of Innovation on Employment in Latin America". Technical Note No. IDB-TN-496. Washington DC: Inter-American Development Bank, Institutions for Development.

Dachs, B. y Peters, B. 2013. "Innovation, Employment

Creation and Destruction and Foreign Ownership of Firms: A European Perspective". Discussion Paper No. 13-019. Centre for European Economic Research.

De Elejalde, R., Giuliadori, D. y Stucchi, R. 2011. "Employment Generation, Firm Size and Innovation. Microeconomic Evidence from Argentina". IDB Technical Notes, No. IDB-TN-313. Washington DC: Inter-American Development Bank, Science and Technology Division, Social Sector.

Frey, C. y Osborne, M. 2013. "The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?". Working paper. Oxford, Reino Unido: Oxford University.

Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J. et al. 2008. "Does Innovation Stimulate Employment? A Firm-Level Analysis Using Comparable Micro-Data from four European Countries". NBER Working Paper No. 14216. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Leitner, S., Pöschl, J. y Stehrer, R. 2011. "Change Begets Change: Employment Effects of Technological and Non-Technological Innovations - a Comparison across Countries". Working Paper No. 72. The Vienna Institute for International Economic Studies.

OECD. 2010. *The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*. París: OECD Publishing.

—. 2015. *OECD Digital Economy Outlook 2015*. París: OECD Publishing.

—. 2016. "Automation and Independent Work in a digital economy". Policy Brief on the future of work. París: OECD Publishing.

Pajarinen, M. y Rouvinen, P. 2014. "Computerization Threatens One Third of Finnish Employment". ETLA Brief No. 22. Helsinki: ETLA.

Spiezia, V. y Vivarelli, M. 2000. "The Analysis of Technological Change and Employment". En: M. Vivarelli y M. Pianta, editores. *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*. Londres y Nueva York: Routledge.

# Capitalismo colabo rativo



Los hombres no nacieron para morir,  
sino para innovar.

Hannah Arendt

EL AUTOR DE UN *BEST SELLER* INTERNACIONAL SOBRE ECONOMÍA COLABORATIVA EXPLICA AQUÍ EL ROL DE LA CONFIANZA EN LOS NUEVOS SISTEMAS DE PARTICIPACIÓN DIRECTA. TAMBIÉN REALIZA UN ANÁLISIS DE LAS PLATAFORMAS MÁS UTILIZADAS EN LA REGIÓN, Y LLAMA A DISEÑAR POLÍTICAS PÚBLICAS APROPIADAS PARA FOMENTAR UN ECOSISTEMA INNOVADOR, CON LA SUSCRIPCIÓN DE UN NUEVO CONTRATO SOCIAL MULTIFACÉTICO E INCLUSIVO.

A lo largo de la última década, ha surgido en una gran variedad de industrias una nueva clase de intercambios mediados por la tecnología. En lo que va de 2017, más de 100 millones de personas han encontrado alojamiento por períodos breves a través de la plataforma Airbnb o de otras similares de origen británico, como LoveHomeSwap y OneFineStay. La plataforma china para compartir viajes Didi Chuxing (un inversor estratégico de la brasileña 99Taxis y de la dubaití Careem) ahora facilita más viajes por día que el gigante Uber, y ambas han sido intermediarias de miles de millones de viajes en cientos de países alrededor del mundo. Existen muchas plataformas locales, como Ola (India), GoJek (Indonesia), Grab (Singapur), Cabify (que opera en una docena de países de América Central y del Sur, desde Panamá y Ecuador hasta Brasil y Argentina), Tappsi (Colombia) y la plataforma francesa de viajes compartidos BlaBlaCar, que ofrece viajes interurbanos y ya cuenta con 35 millones de miembros en 22 países y opera a una escala diaria comparable con la de la red nacional de transporte.<sup>1</sup>

Las plataformas de alquiler de vehículos entre particulares, como Drivy (en Francia y Alemania), SnappCar (en los Países Bajos), SocialCar (en España), Arriendas (en Chile) y Getaround y Turo (en los Estados Unidos) compiten con las empresas que manejan flotas de autos de alquiler en todo el mundo. Las aplicaciones de gastronomía cola-

borativa, como EatWith (en España) y VizEat (en Francia), ofrecen una alternativa a los restaurantes basada en una plataforma que conecta a los particulares entre sí.

Los individuos se están convirtiendo en pequeños prestamistas a través de la plataforma de préstamos entre particulares con sede en el Reino Unido llamada Funding Circle. Estos capitalistas de riesgo operan a través de una amplia gama de plataformas de microfinanciación colectiva, entre las que se cuentan AngelList (Estados Unidos), CrowdCube (Reino Unido), Derev (Italia), FundedByMe (Suecia) y MyMicroInvest (Bélgica), y apoyan proyectos con los cuales están de acuerdo a través de plataformas colaborativas, como IdeaMe (en muchos países de América Central y del Sur), Fondeadora (México), Catarse (Brasil) y Kickstarter (Estados Unidos). Una amplia variedad de plataformas laborales especializadas están generando nuevas oportunidades para llevar adelante negocios unipersonales en industrias tan variadas como los servicios domésticos (Aliada en México, Handy en Estados Unidos), el diseño de interiores (CoContest en Italia) y los servicios de consultoría de gestión (Catalant en Estados Unidos).

Estas actividades –pares que intercambian viajes, un lugar donde hospedarse, una comida, un préstamo, ayuda para el hogar– no son nuevas. Sin embargo, lo que sí es nuevo es el surgimiento de plataformas digitales que

hacen crecer dicha actividad entre particulares hasta un nivel en el cual estos intercambios basados en plataformas entran a rivalizar con las empresas líderes de la industria. Por ejemplo, el 31 de diciembre de 2016, más de 2 millones de personas que habían viajado hasta otro pueblo o ciudad para pasar la noche de Año Nuevo habían encontrado alojamiento a través de Airbnb –es decir, en un cuarto o vivienda alquilados desde la plataforma. Como punto de comparación, nótese que la cadena de hoteles más grande del mundo, Marriott-Starwood, cuenta con apenas 1.100.000 habitaciones.

Dichos intercambios nos recuerdan cómo estaba organizada la actividad económica antes de la Revolución Industrial, cuando un porcentaje significativo de estos se producía entre particulares entrelazados a través de distintos modos de interrelación social y cuando la confianza necesaria para posibilitar las transacciones económicas provenía fundamentalmente de lazos sociales de distintos tipos.

La transición hacia las grandes corporaciones con empleados a tiempo completo fue, incluso, más reciente: formar parte de algún tipo de emprendimiento de pequeña escala era muy común hasta principios del siglo xx. De hecho, en 1900, casi la mitad de la fuerza de trabajo remunerado estadounidense era cuentapropista. Hacia 1960, este número se había reducido a menos del 15% (ver gráfico 1).

A esta nueva forma de organizar la actividad económica del mundo la llamo “capitalismo colaborativo”. Uno podría preguntarse qué necesidad hay de inventar un nuevo término cuando tantas personas ya se refieren a estas actividades como parte de la “economía colaborativa” o “economía solidaria”. Mientras estudiaba a qué se daba en llamar “economía colaborativa”, entre

# 35

MILLONES DE MIEMBROS TIENEN LAS PLATAFORMAS LOCALES DE VIAJES COMPARTIDOS

2011 y 2015, un tema de conversación frecuente en las conferencias y en la prensa masiva se centraba en cuál era el conjunto de actividades, modelos de negocios o sistemas económicos que verdaderamente se encontraban comprendidos en esta expresión y si, de hecho, era una etiqueta apropiada para empresas comerciales como Uber y mercados de trabajo como Upwork, cuya conexión con la idea de “colaboración” parecía, en el mejor de los casos, tenue. No obstante, como explico en Sundararajan (2016): “Si bien creo que el ‘capitalismo colaborativo’ describe con más precisión el tema que estoy abordando, sigo usando ‘economía colaborativa’ al escribir este libro porque maximiza la cantidad de personas que aparentemente captan de qué estoy hablando”.

Creo que el capitalismo colaborativo puede transformar radicalmente lo que significa tener un trabajo y puede, asimismo, rediseñar nuestro marco regulatorio y desafiar la red de seguridad social financiada por el empleo corporativo. El modo en que las sociedades financian, producen, distribuyen y consumen los bienes y servicios, así como la infraestructura urbana, evolucionarán. Nuevas formas de organización de la actividad económica redefinirán en quién confiamos, por qué confiamos en ellos, qué es lo que determina el acceso a las oportunidades y qué tan cerca nos sentimos unos de otros. Más importan-

te aún es que el empleo asalariado se vea atacado desde dos frentes –el auge del trabajo autónomo y el incremento de las capacidades cognitivas de las máquinas–, que exigirán que el modelo imperante en la sociedad respecto de la forma de ganarse la vida evolucione. El capitalismo colaborativo puede ser la respuesta.

### LA DIGITALIZACIÓN DE LA CONFIANZA

El crecimiento vertiginoso del capitalismo colaborativo puede atribuirse, en parte, al significativo incremento de nuestra capacidad de confiar unos en otros, entre desconocidos, logrado a partir del uso de distintos sistemas que generan datos digitales confiables que, en conjunto, pueden verse como una red de confianza digital.

Cabe, en este punto, definir a qué llamamos “confianza”. Desde luego que, en muchos sentidos, la definición depende del contexto. La confianza en una relación amorosa puede significar algo muy distinto de la confianza que involucra una transacción comercial. Una definición particularmente útil en el contexto del capitalismo colaborativo es la que brinda el sociólogo James Coleman (2011), quien definió la confianza como “el deseo de comprometerse en un esfuerzo colaborativo antes de saber cómo se va a comportar el otro”.

El establecimiento de la confianza depende de una multiplicidad de dimensiones. En un contexto que no es cara a cara (y, a veces, en situaciones cara a cara), lo primero que entraña es el establecimiento de la autenticidad. ¿Es real este proveedor? ¿Son quienes dicen ser? En segundo lugar, implica una evaluación de las intenciones. Estos proveedores, ¿tienen buenas intenciones o están tratando de robarme o

perjudicarme? En tercer lugar, conlleva una evaluación de los conocimientos técnicos, la experiencia o la calidad. ¿Es esta persona un buen diseñador? Estos individuos, ¿están describiendo con veracidad qué tan interesante es su barrio? ¿Son amables? ¿Tiene esa inversora toda la experiencia que dice tener? ¿Tiene ese coche tanto espacio para las piernas como el que muestra la foto?

Veámoslo de otro modo, la confianza se basa en verificar la identidad, las intenciones y las competencias. Tiempo atrás propuse que este proceso de verificación en entornos semianónimos entre pares basados en la internet surge de varias pistas. Esta pistas incluyen aprender de las propias interacciones pasadas; aprender a través de la familiaridad que brinda la naturaleza del intercambio como parte de un “diálogo cultural”; aprender de las experiencias explícitas de otros; aprender a través de la certificación de las marcas; aprender confiando en el capital social digitalizado; y apoyarse en las formas digitalizadas de identidad en el mundo real y la validación por parte de instituciones o entidades externas, gubernamentales y no gubernamentales, digitales y no digitales (ver gráfico 2).

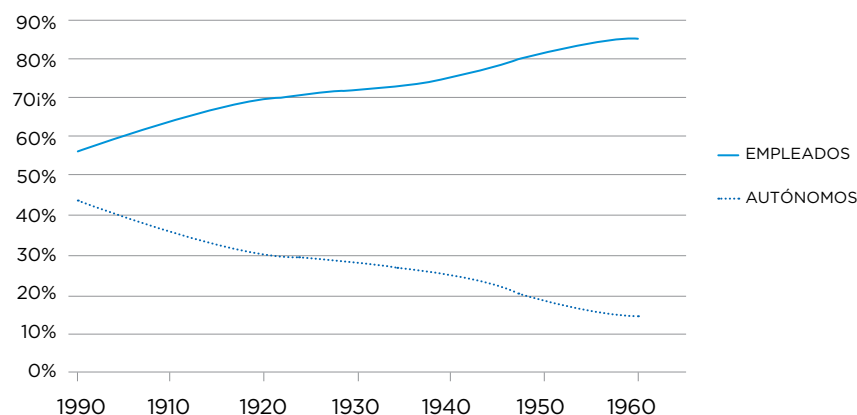
En muchos aspectos, cuanto menos está en juego en la interacción, más fácil es establecer la confianza suficiente para que se produzca. Este es el motivo por el cual las primeras plataformas, como eBay, escalaban rápidamente –uno asume menos riesgo cuando compra un producto de un extraño que cuando se sube al coche de un extraño y le dice: “Lléveme hasta otra ciudad”–. Si bien desde hace ya cierto tiempo tenemos acceso digital a algunas de estas fuentes de confianza –podríamos decir que desde que se fundó la plataforma eBay en 1995–, las últimas dos estuvieron digitalmente disponibles a gran escala hace poco tiempo.

En muchos países, el gobierno sin duda juega un papel central en la validación de la última pista para establecer la confianza, en parte a través de distintas formas de regulación. Pero para interpretar mejor algunas posturas relacionadas con la regulación gubernamental y la confianza, es importante entender que la regulación es un sistema en constante evolución con una historia ecléctica –una historia que muchas veces involucra factores sociales–. Pensemos, por ejemplo, en los comerciantes magrebíes, quienes desempeñaron un papel fundamental en el comercio mundial del siglo xi. En aquellos tiempos, las ventajas competitivas dependían de la capacidad de enviar bienes sin viajar con ellos. Era fundamental tener una buena relación con el agente de ultramar –cuyas acciones, una vez que había llegado el envío, no se podían rastrear–.

Esta comunidad de comercio medieval encierra lecciones importantes para las plataformas del siglo xxi. En ambos casos, nos encontramos ante el desafío de establecer reglas de confianza en mercados que traspasan límites geográficos y culturales. Una combinación de reputación y comunidad con intereses propios dio lugar a las reglas de confianza que gobernarían el comportamiento de los agentes en el extranjero. La confianza se construía a partir de una situación en la cual la propia reputación era importante (los agentes de ultramar consabidamente corruptos acabarían sin obtener ya ningún beneficio) y también se construía creando comunidades de intereses compartidos, que vinculaban la reputación al interés económico propio (la formación de coaliciones de mercados que adoptaban políticas comunes de contratación y penalidades implicaba que los agentes de ultramar corruptos tuviesen aún más que perder).

25%  
DEL TRABAJO EN  
LOS ESTADOS UNIDOS  
ES EN MODALIDAD  
DE AUTÓNOMO

GRÁFICO 1  
MANO DE OBRA ASALARIADA EN EE. UU., 1900-1960



Fuente: Sundararajan (2016).



El capitalismo colaborativo se distingue de otras revoluciones digitales que lo precedieron en que crea nuevas formas de proporcionar servicios conocidos que tradicionalmente están altamente regulados. Por consiguiente, es de esperar que surjan conflictos regulatorios y, de hecho, los gobiernos de todo el mundo han hecho grandes esfuerzos para tratar de encontrar la mejor forma de regular estos nuevos modos de intercambio. Traemos a colación este paralelismo histórico para subrayar el hecho de que el vuelco actual hacia un mundo mediado por plataformas, con sus nuevos aspectos sociales, introduce nuevos problemas relacionados con la confianza, pero también brinda soluciones nuevas para problemas de confianza existentes.

En síntesis, la regulación, muchas veces interrelacionada con el establecimiento de la confianza, no tiene por qué surgir siempre de los gobiernos. La regulación puede adoptar una miríada de formas, gubernamentales y de otro tipo. Responder a este cambio en curso

exige repensar de manera fundamental el modo en que regulamos. Quizás tengamos que imaginar un sistema regulatorio que trabaje con las plataformas colaborativas, y no en contra de estas, que son las instituciones del mañana.

### LA CONFLUENCIA DE PLATAFORMAS

Estas instituciones colaborativas se tornarán cada vez más importantes para el empleo y el comercio en los años venideros. En todas las economías del mundo, dos de las principales formas de empleo humano del siglo xx, la agricultura y la industria manufacturera, se han visto constantemente sujetas a una automatización creciente a lo largo de los últimos 100 años. Hoy en día, una automatización aún más amenazante surge de la “segunda era de las máquinas” que predijeron Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee (2014), en la que las tecnologías empiezan a desempeñar tareas cognitivas que se encontraban

100 INSTITUCIONES SE CREARON EN EE.UU. CON LA LEY MORRIS DE SUBSIDIOS FEDERALES

estrictamente circunscriptas al dominio de los humanos. Hay una serie de ejemplos recientes de esta expansión de las capacidades de dichas máquinas automatizadas. La tecnología IBM Watson promete soluciones de inteligencia artificial (IA) para el cumplimiento de las obligaciones financieras, el diagnóstico médico y los servicios jurídicos. Cada vez vemos más cajas de autoservicio en los negocios minoristas. Las tecnologías de los vehículos autoconducidos parecen listas para amenazar el trabajo de decenas de millones de camioneros a nivel mundial.

Es probable que los efectos de desplazamiento del trabajo producto de la automatización se exacerben por el crecimiento de la proporción de la fuerza de trabajo involucrada en modalidades de trabajo autónomo. Las estimaciones de la cantidad total de dichos trabajadores independientes en Estados Unidos oscilan entre 40 millones y 68 millones. De hecho, según un estudio muy influyente realizado recientemente por Alan Krueger y Larry Katz (2016), de Princeton, casi todo el crecimiento neto del empleo estadounidense entre 2005 y 2015 parece haberse producido en estas nuevas modalidades de relación laboral. Más allá de las estimaciones que sigamos, estas relaciones laborales representan actualmente entre el 25% y el 40% de la fuerza de trabajo estadounidense civil, que está compuesta por 160 millones de personas.

Esta tendencia reciente hacia los

regímenes laborales autónomos viene acompañada por otra amenaza para el trabajo asalariado: la descomposición del trabajo en tareas o proyectos. En el pasado, contratar a miles de trabajadores con contratos de corto plazo para llevar a cabo pequeñas partes del trabajo era directamente imposible, debido a los altos costos administrativos y de transacción asociados. Hoy día, en cambio, muchas plataformas digitales permiten esta deconstrucción, especialmente para tareas más complejas y trabajos por proyecto. Hay un líder mundial, Upwork, que tiene más de 2 millones de trabajadores autónomos registrados, que ofrecen habilidades que van desde las tareas de administración y los servicios a clientes hasta el diseño de sitios web y los servicios contables; también hay plataformas específicas por país, como las japonesas Crowdworks y Lancers (con más de 1 millón de trabajadores cada una).

También hay un número creciente de plataformas de trabajo profesional que se están orientando hacia industrias específicas. El uso de Catalant para la consultoría de gestión, Gigster para el desarrollo de *software* de alta gama y UpCounsel para los servicios de asesoramiento jurídico permiten reimaginar lo que podría haber sido una relación laboral que involucre a trabajadores a tiempo completo como una que, en cambio, esté compuesta por una sucesión de contratos a corto plazo con los mejores proveedores. La popularidad de las plataformas colaborativas en sectores específicos, como el transporte, que permiten que muchos servicios puedan prestarse a la perfección en función de las necesidades, puede incluso disminuir aún más la necesidad de ciertos tipos de empleados (como los choferes corporativos a tiempo completo).

Hay muchas razones por las que la confluencia de estas dos fuerzas -la

GRÁFICO 2  
LA RED DE CONFIANZA DIGITAL



Fuente: Sundararajan (2016).

automatización y el trabajo autónomo será más disruptiva que la suma de los efectos de cada una de manera aislada. En primer lugar, el ritmo al cual la automatización puede desplazar al trabajo humano puede acelerarse cuando la relación entre el trabajador y la fuente institucional de demanda de trabajo está debilitada. Es más fácil para una organización dar fin a contratos con trabajadores independientes que a los de los empleados a tiempo completo.

En segundo lugar, dado cierto nivel de progreso tecnológico, las diversas tareas que componen un trabajo son automatizables en distintos grados. Los acuerdos laborales a largo plazo con empleados a tiempo completo implican más margen de maniobra en el diseño de los sistemas de trabajo: los trabajadores que realizan las tareas están localizados, hay más tolerancia al error y, en consecuencia, es más difícil aislar las tareas específicas aptas para automatizarse inmediatamente y es un desafío mayor tratar de reemplazar sin conflictos el trabajo humano asociado por el de una máquina. Por el contrario, si el trabajo asociado con los actuales empleados a tiempo completo se “desagrega” y se subcontrata través de plataformas de trabajo por encargos, tiene que estar necesariamente acompañado por un proceso de producción mucho más estructurado, que esté diseñado para hacer que las tareas sean más separables y modulares. Esto naturalmente acelerará el ritmo y mejorará la precisión con la que dichas tareas pueden automatizarse una vez que la tecnología necesaria esté disponible.

En tercer lugar,



ciertas relaciones laborales socavan el poder de negociación colectiva de los trabajadores debido a razones más legales que económicas. La expectativa de una automatización inminente, que se traduce en un incremento del ritmo al cual el capital puede ser sustituido por trabajo o talento, presiona los salarios asociados con la provisión de dicho trabajo o talento a la baja. Si el trabajo tiene menor poder de negociación, el efecto negativo sobre los salarios será más pronunciado y hará caer la conveniencia de ser un proveedor de trabajo o talento.

### REFORMULAR EL CONTRATO SOCIAL

Enfrentados con la perspectiva de este ataque multifacético sobre sus modelos primarios del trabajo, los países necesitan repensar cómo se ganan la vida sus ciudadanos. Debe producirse un cambio desde un modelo de personas que ganan dinero proporcionando su trabajo y su talento a una organización grande, dueña del capital asociado con cierta actividad económica, hacia una economía en la cual los seres humanos sean los dueños del capital y administren pequeños negocios que utilizan una combinación de insumos de trabajo y talento, algunos de los cuales pueden provenir de los mismos individuos y algunos de los cuales pueden ser provistos por otros seres humanos (quizás, incluso, a través de una plataforma de trabajo por encargos). En este modelo futuro, a medida que una pro-

porción creciente de estos insumos pasan del trabajo humano a la inteligencia artificial y las tecnologías robóticas, los seres humanos todavía pueden conservar su capacidad de ganarse la vida si logran retener su propiedad del capital.

Permítaseme explicar mejor este último punto –acerca de la propiedad del capital–. A medida que la escala del proveedor se reduce a la de un micro-negocio individual, y lo que antes posibilitaban las regulaciones estatales y las instituciones económicas ahora, en general, lo facilitan los sistemas de confianza provistos por las plataformas, el capital intelectual e intangible que poseen las organizaciones se redistribuye entre las plataformas y los micronegocios individuales. En algunos casos, como los servicios de transporte a través de Uber, gran parte de este capital sigue en poder de la gran institución: la plataforma. En otros casos, como en el de la provisión de alojamiento de corto plazo que opera a través de Airbnb, o los negocios minoristas que se dan a través de Etsy, el proveedor parece conservar una mayor proporción de este capital.

La división del capital intelectual entre la plataforma y el proveedor es un determinante clave de la equidad en el futuro del trabajo. Una forma de entender su importancia es viéndola través de la lente con la que el economista francés Thomas Piketty estudió los cambios producidos en la desigualdad. El argumento central de su libro de 2014, *El capital en el siglo XXI*, es simple: la desigualdad subsiste porque la tasa de retorno histórica del capital ( $r$ ) es persistentemente más alta que la tasa de crecimiento general ( $g$ ) de la economía, mientras que la tasa de crecimiento de los salarios que se pagan a cambio del trabajo y el talento es aproximadamente similar a dicha tasa de crecimiento general ( $g$ ). Como expresa Piketty (2014): “La desigualdad  $r > g$  implica

50%  
DEL EMPLEO ERA  
EN RELACIÓN DE  
DEPENDENCIA  
EN 1900

que la riqueza acumulada en el pasado crece más rápido que el producto y los salarios. Esta desigualdad expresa una contradicción lógica fundamental. El empresario inevitablemente tiende a devenir en rentista, y se vuelve cada vez más dominante sobre aquellos que no poseen nada más que su fuerza de trabajo. Una vez constituido, el capital se reproduce por sí solo más rápidamente de lo que crece la producción”.

Esta observación, que busca explicar el aumento reciente y persistente de la desigualdad del ingreso y la riqueza, también pone de relieve la promesa de un capitalismo colaborativo que genuinamente descentralice la propiedad del capital. Puede incrementar la participación de una fuerza de trabajo que gane dinero a través de invertir o poseer más que a través de proporcionar trabajo a cambio de un salario, permitiéndole a una proporción mayor ocupar nuevos lugares en la ecuación económica establecida, al pasar de ser asalariados a ser dueños del capital, y expandir así la proporción de la población cuyos retornos muestran un crecimiento de tipo  $r$  más que uno de tipo  $g$ .

Para prepararse para este nuevo futuro digital del trabajo, hace falta un cambio de foco en la educación superior –que pase de los títulos de grado que se obtienen una vez en la vida después del secundario a la educación continua–. Los resultados políticos recientemente observados en Estados Unidos y en el Reino Unido reflejan, en

# PARA CONOCER MÁS DE LA INTEGRACIÓN 4.0

parte, un déficit significativo de inversiones en nuevas oportunidades creativas para una fuerza de trabajo que se ve desplazada por la automatización y que no está lo suficientemente preparada para el nuevo mercado laboral. Necesitamos instituciones del tipo de las universidades que puedan cerrar esta brecha, brindándoles educación pedagógicamente sólida y bien estructurada a los individuos que están en transición, complementada por una nueva red profesional y acceso a nuevas oportunidades, de modo de facilitar su reubicación para empezar a transitar una nueva carrera con más naturalidad, dotando a los trabajadores de una nueva identidad y una razón de ser, reconstruyendo así su autoestima para permitirles una transición digna.

Crear un ecosistema de este tipo requerirá contar con las intervenciones gubernamentales apropiadas. No es realista esperar que surjan naturalmente un montón de instituciones nuevas y robustas de educación continua. La revolución gerencial del siglo xx en Estados Unidos fue posible, en parte, por los subsidios federales otorgados a los estados conforme a la Ley Morris de 1962, que cedió terrenos a las universidades y dio lugar a más de 100 instituciones que aún existen (y que incluyen a algunas de las instituciones educativas más importantes del país, como Cornell, el MIT, la Universidad del Estado de Ohio y la Universidad de Minnesota). Si bien quizás estas instituciones no hayan cumplido inmediatamente con el obje-

tivo planteado de enseñar agricultura y artes mecánicas, la ley sentó las bases para un sistema universitario ampliamente accesible y de cobertura nacional. Hace falta una intervención similar que nos prepare para este nuevo futuro del empleo.

Finalmente, el contrato social tiene que ser reformulado para adaptarse a distintos tipos de fuerza de trabajo. Durante la segunda mitad del siglo xx, se elaboraron varias leyes laborales destinadas a mejorar la calidad de la vida laboral de los trabajadores a tiempo completo. Dichas leyes incluyeron salarios mínimos, horas extra y seguros. Una serie de otros incentivos –salarios fijos, vacaciones pagas, capacitación en el lugar de trabajo y atención de la salud–, que satisfacen diferentes aspiraciones de las personas, se financian sobre la base del supuesto de que el modelo de trabajo es el empleo a tiempo completo y que el empleador financiará todo el incentivo o parte de este.

El diseño y la financiación de esta red de seguridad social tiene que adaptarse a una fuerza de trabajo que cada vez es más independiente, creando asimismo sustitutos para las trayectorias profesionales y el sentido de pertenencia a una comunidad que una proporción cada vez menor de la fuerza de trabajo actualmente obtiene de la empresa para la cual trabaja. Quizás, la función de la educación postsecundaria evolucionará e incluirá este tipo de planificación de trayectorias profesionales de formación continua a lo largo de toda la vida. ☁

## NOTAS

<sup>1</sup> Este artículo está basado en el best seller *The Sharing Economy: The End of Employment and the Rise of*

## BIBLIOGRAFÍA

**Brynjolfsson, E. y McAfee, A. 2014.** *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. Nueva York y Londres: W. W. Norton & Company.

**Coleman, J. 2011.** *Fundamentos de teoría social*. Madrid: CIS.

**Katz, L. y Krueger, A. 2016.** "The Rise and Nature of Alternative Work Arrangements in the United States, 1995-

*Crowd-Based Capitalism* (Sundararajan, 2016) y profundiza algunos aspectos a partir de desarrollos recientes en la economía colaborativa.

2015". Working Paper No. 603. Nueva Jersey: Princeton University, Department of Economics, Industrial Relations Section.

**Piketty, T. 2014.** *El capital en el siglo XXI*. Fondo de Cultura Económica.

**Sundararajan, A. 2016.** *The Sharing Economy: The End of Employment and the Rise of Crowd-Based Capitalism*. Massachusetts: MIT Press.



Un análisis detallado del impacto en las economías latinoamericanas de las nuevas tecnologías exponenciales



La nueva normalidad de la economía China y el futuro de la complementariedad con América Latina y el Caribe




Inspirados por la Encíclica Laudato Si' expertos mundiales plantean opciones concretas para avanzar en una eco-integración

[www.iadb.org/intal](http://www.iadb.org/intal)

ANÁLISIS

José Manuel Salazar-Xirinachs  
Director Regional de la OIT  
para América Latina y el Caribe

# La meta morfosis del trabajo

.....  .....

Estamos siendo afectados por una nueva enfermedad de la que algunos lectores pueden no haber escuchado el nombre todavía, pero de la que escucharán mucho en los años por venir, y esta es el desempleo tecnológico

John Maynard Keynes

.....

EL MUNDO DEL TRABAJO ESTÁ EXPERIMENTANDO GRANDES TRANSFORMACIONES QUE CONTINUARÁN Y, POSIBLEMENTE, SE INTENSIFICARÁN EN EL FUTURO. EL MUNDO DEL TRABAJO ESTÁ SIENDO GLOBALIZADO, DIGITALIZADO, ROBOTIZADO, DESCARBONIZADO Y TAMBIÉN “FISURIZADO” O TERCERIZADO (WEIL, 2015), EN UNA PALABRA, TRANSFORMADO RADICALMENTE POR UNA SERIE DE FACTORES. EN UN ESFUERZO DE SÍNTESIS, SE PUEDEN DISTINGUIR CINCO GRUPOS DE FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL PRESENTE Y EL FUTURO DEL TRABAJO: FACTORES DEMOGRÁFICOS Y DE POBLACIÓN; FACTORES TECNOLÓGICOS; EL DESARROLLO (O SUBDESARROLLO) PRODUCTIVO DE LOS PAÍSES; LOS NUEVOS MODELOS EMPRESARIALES Y FORMAS DE CONTRATACIÓN; Y LAS VISIONES POLÍTICAS DE LOS ACTORES SOCIALES Y LOS PROCESOS DE DIÁLOGO SOCIAL. ESTE DOCUMENTO ANALIZA CADA UNO DE ESTOS FACTORES.

## FACTORES DEMOGRÁFICOS Y DE POBLACIÓN

La demografía es una de las ciencias más exactas a causa de la ley de los grandes números y la estabilidad de las estructuras demográficas, al menos en ausencia de catástrofes. En el gráfico 1 se puede apreciar la enorme transición demográfica de la región en los 150 años que van de 1950 al 2100. La tendencia al envejecimiento de la población es notable: en 1950, de una población total de 162 millones, 3%, unos 5 millones, eran adultos mayores (65 años y más); en el 2000 la población total había crecido a 512 millones, de los cuales 6% eran adultos mayores, unas 30 millones de personas; en el 2050 se espera una población total de 776 millones, de los cuales el 20%, 155 millones de personas, serán adultos mayores; y en el 2100 el porcentaje de adultos mayores será de 30%, alrededor de 204 millones de personas, de un total de 680 millones de habitantes.

Por otro lado, la población joven (15 a 29 años) está experimentando una reducción desde fines de la década de los 90, que se vuelve más pronunciada a partir de 2010. Aunque todavía en la actualidad

esa población es un 29% de la población total, se reducirá a un 22% en el 2050. De hecho, el año 2050 marcará un hito en el sentido de que será el año en que la proporción de adultos mayores de 65 años empezará a exceder la proporción de jóvenes entre 15 y 29 años de edad por primera vez en la historia de la región.

¿Qué significa esto para el mundo del trabajo en América Latina y el Caribe? Nada menos que cambios revolucionarios. Primero, el crecimiento vertiginoso de la población de adultos mayores se puede ver como una oportunidad de creación de empleo en la medida en que traerá un alto crecimiento de la demanda por ocupaciones en la economía de la salud y del cuidado, tales como doctores, enfermeras, fisioterapeutas, servicios hospitalarios y de “vida asistida”. El reto de la política será que los empleos creados en estas ocupaciones sean de calidad en instituciones públicas y privadas en la economía formal del cuidado, lo cual requerirá de las inversiones necesarias en infraestructuras, marcos regulatorios y también en educación y formación vocacional para formar a la fuerza de trabajo en esa nueva y altamente expandida economía.

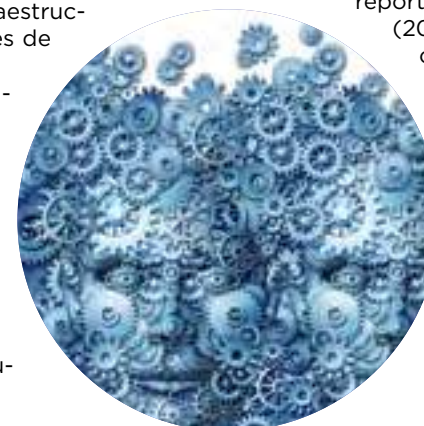
30%  
DE LA POBLACIÓN  
DE LA REGIÓN HACIA  
2100 SERÁN ADULTOS  
MAYORES

Segundo, y en el otro extremo de la pirámide poblacional, actualmente una mayoría de países en la región todavía está viviendo el llamado “bono demográfico”: la ventaja potencial de una amplia población joven que entra al mercado de trabajo. Pero esta posible inyección al crecimiento y al bienestar solo se concreta si los jóvenes se educan y hay bajas tasas de desempleo juvenil. Las altas tasas de desempleo juvenil y las altas proporciones de jóvenes ninis (ni estudian, ni trabajan) sugieren que los países no están aprovechando el bono demográfico en todo su potencial (OIT, 2013). En varios países está sucediendo todo lo contrario: una falta de aprovechamiento del bono demográfico y su metamorfosis en criminalidad, informalidad, desocupación, migración y una “generación perdida”, al menos en significativas proporciones, por falta de una infraestructura de oportunidades de empleo productivo.

Tercero, la transición que se está dando de ahora en adelante y hacia el 2050 y más allá, con una confluencia de envejecimiento de la población y desaparición del bono demográfico, va a au-

mentar significativamente la “tasa de dependencia”, es decir, una proporción cada vez mayor de adultos mayores va a depender de una proporción cada vez menor de jóvenes para su nivel de vida e ingresos por pensiones, con la concomitante presión financiera sobre los sistemas de protección social. Si a esto se suma el hecho de que la cobertura de la protección social en una mayoría de países de América Latina y el Caribe es baja, incluyendo el vasto segmento de economía informal no protegido, se tiene un escenario de “tormenta perfecta”. Esto define uno de los grandes retos del futuro del trabajo en América Latina y es el de continuar financiando sistemas de pensiones y de protección social adecuados para el sector formal, a la vez de ampliar la cobertura de los grupos no protegidos, en particular, los trabajadores informales, y de establecer mecanismos para mantener las coberturas aunque haya tránsitos de empleo entre la economía formal y la informal, y viceversa (Levy, 22 de febrero, 2017).

Además de la dinámica demográfica de la población, hay una nueva dinámica migratoria que se ha venido expandiendo en volumen y complejidad y está estrechamente relacionada con el mundo del trabajo y la búsqueda de oportunidades de empleo e ingresos. Un reporte reciente de la OIT (2016) diagnostica nueve corredores migratorios intrarregionales en América Latina y el Caribe y dos extrarregionales, hacia los Estados Unidos y hacia España, y analiza su evolución. La OIT calcula que en el continente americano se encuentra concentrado alrededor de



56%

DEL EMPLEO DE LA  
REGIÓN ES POR CUENTA  
PROPIA O EN  
MICROEMPRESAS

27% del total de trabajadores migrantes del mundo (37 millones en América del Norte y 4,3 millones en América Latina y el Caribe en 2015), y su importancia se incrementa rápidamente. Este sistema de corredores está en constante flujo a causa de cambios en la interdependencia económica y en los mercados de trabajo y está caracterizado por serias brechas de pobreza, ingresos, respeto a los derechos laborales y protección de los trabajadores migrantes. A pesar de su rápida expansión y complejización, las políticas públicas y de gobernanza de las migraciones presentan serias debilidades tales como vacíos y fragmentación de la gobernanza migratoria, débil

enfoque laboral y de derechos, falta de participación de los actores del mundo del trabajo en los procesos de consulta sobre migración, falta de coherencia entre las políticas migratorias y las de empleo, fallas de coordinación, débiles competencias en las instituciones del mercado laboral para trabajar en el tema de la migración laboral, y otras. Las dinámicas migratorias y de movilidad laboral son, y serán cada vez más, elementos centrales del mundo del trabajo que requerirán la atención de todos los gobiernos y actores del mundo del trabajo.

### FACTORES TECNOLÓGICOS

El mundo académico, las redes sociales y la prensa están saturados de artículos sobre lo que el Foro Económico Mundial ha llamado la Cuarta Revolución Industrial. Una nueva ola de cambios tecnológicos está impactando casi todas las áreas de la producción: la manufactura, los servicios, la agri-

cultura. Por ejemplo, en el 2013 McKinsey (Manyika *et al.*) evaluó más de 100 posibles tecnologías con el objetivo de identificar doce con el más alto potencial de disrupción económica y social y la lista identificada es la siguiente: (1) internet y su impacto en la información y las comunicaciones, (2) automatización del trabajo de conocimiento, (3) la internet de las cosas, (4) la tecnología nube, (5) la robótica avanzada, (6) los vehículos autónomos, (7) la biotecnología y genomas de próxima generación, (8) el almacenamiento de energía, (9) la impresión 3D, (10) los materiales avanzados, (11) la exploración avanzada de petróleo y gas, y (12) las energías renovables. Todas estas tecnologías van a tener, y están ya mostrando, impactos económicos y sociales masivos en modelos de negocios y en la forma en la que la humanidad trabaja, innova, vive, interactúa y estudia o se educa. Todas estas tecnologías y, en algunos casos, su convergencia están dictando un nuevo paradigma para los sistemas globales de producción.

ha denominado Industria 4.0; y el riesgo de mayor desigualdad.

El progreso tecnológico siempre ha tenido una dinámica de destrucción y de creación de empleo. Y la preocupación sobre los efectos adversos en el empleo del progreso tecnológico tiene una historia venerable (Autor, 2014). Por ejemplo, en 1930 John Maynard Keynes escribió: “Estamos siendo afectados por una nueva enfermedad de la que algunos lectores pueden no haber escuchado el nombre todavía, pero de la que escucharán mucho en los años por venir, y esta es el desempleo tecnológico”. El argumento actual es que esta vez es diferente, que ahora el proceso es y será mucho más acelerado porque no es una revolución tecnológica sino varias a la vez, y la velocidad de cambio es, si no exponencial como argumentan muchos, sí al menos vertiginosa.

Al respecto, coexisten dos perspectivas. La pesimista argumenta que los cambios son exponenciales, y que los sistemas productivos y las instituciones de política no van a ser capaces de adaptarse y están retrasados con respecto a la velocidad de los cambios. Autores como Brynjolfsson y McAfee (2014) y Ford (2015) se ubican en esta perspectiva. En un trabajo ampliamente citado, Frey y Osborne (2013) estiman que 47% de las ocupaciones en Estados Unidos están en riesgo de desaparecer en los próximos 10 a 15 años.

La perspectiva optimista enfatiza que ha habido otras revoluciones tecnológicas en el pasado que también han destruido empleos, pero que también han generado nuevos y que no

Ahora bien, ¿cuáles son los impactos de la Cuarta Revolución Industrial sobre el mundo del trabajo? Mucho se ha escrito y sin duda se continuará escribiendo para abordar esta pregunta. La conversación sobre impactos de las revoluciones tecnológicas tiene al menos cuatro grandes temas: la aceleración en la dinámica de destrucción y creación de empleo; la aceleración en la transformación de ocupaciones y la demanda de competencias; el nacimiento de un nuevo paradigma productivo, que en el caso de la manufactura se

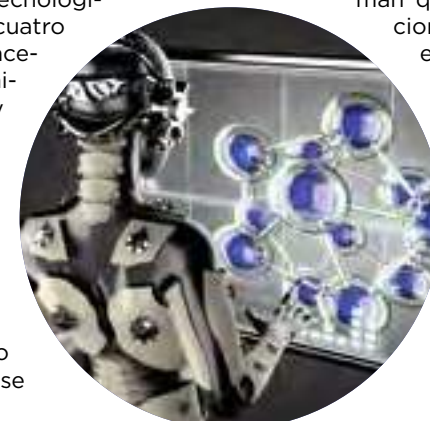
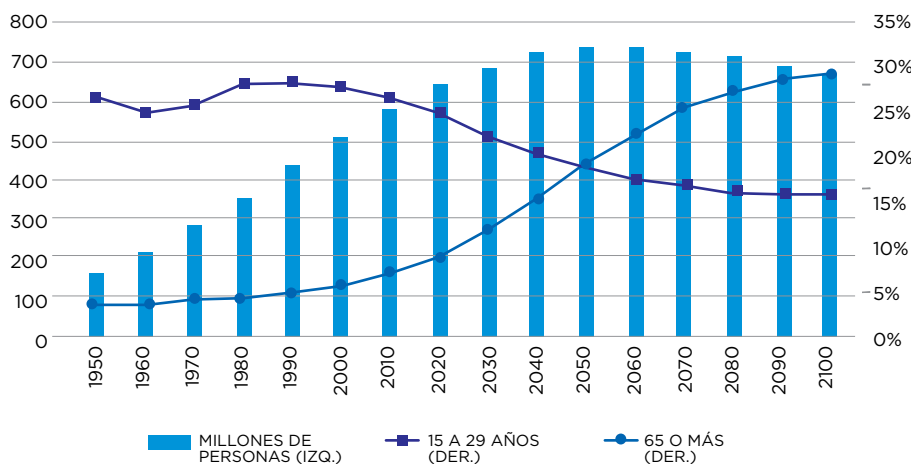


GRÁFICO 1  
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: TENDENCIAS DEMOGRÁFICAS



Fuente: CELADE.

hay razón para pensar que esta vez es diferente, y que lo que nos falta es imaginación económica o sociológica para anticipar el maravilloso mundo de nuevas posibilidades que se nos viene. En verdad, este debate está en el ámbito de la futurología. Ninguno de los dos campos puede aportar evidencia hacia adelante para sustentar una u otra posición, y debe reconocerse que es fácil dibujar escenarios tanto de armagedón como de fantasía tecnológica.

Esto no ha sido obstáculo para algunas propuestas de política. Una muy comentada recientemente, tanto en razón de quién la articuló, como por su naturaleza controversial, es la sugerencia de Bill Gates de establecer un impuesto a los robots. La propuesta se origina en el escepticismo de Gates sobre la capacidad de las sociedades de gestionar el rápido proceso de automatización y su objetivo sería reducir la velocidad del proceso de automatización y usar los ingresos para reentrenar trabajadores y financiar la expansión de la salud y la educación. Las críticas a esta propuesta no se han hecho esperar.<sup>1</sup> Más que entrar en los detalles a favor o en contra, se hace referencia a este debate como ejemplo de la amplia conversación que está ocurriendo sobre los impactos de la revolución tecnológica y las posibles respuestas ante ella.

En materia de robotización se está observando también un impacto en el balance entre *in-sourcing* y *out-sourcing* en las cadenas mundiales de valor, ya que algunos procesos susceptibles de robotización están regresando a países desarrollados (*in-sourcing*) en donde se pueden ahora desarrollar con bajo uso de mano de obra y alta productividad basada en la robotización. Esto sugiere un cambiante e incierto mapa de “ganadores” y “perdedores” en materia de empleo y localización de la producción en el ámbito internacional.

Hay una segunda aceleración inducida por las revoluciones tecnológicas y es la transformación acelerada de ocupaciones y de nuevos requerimientos de habilidades: la demanda por nuevas calificaciones avanzadas aumenta y la obsolescencia de habilidades existentes se acelera. Al respecto, se discute hasta qué punto las nuevas “máquinas inteligentes” sustituyen o más bien complementan el trabajo humano. Esta línea de argumento y análisis se ha basado en la distinción entre las tareas rutinarias de las ocupaciones, bajo el supuesto de que estas son fácilmente automatizables, y las no rutinarias, de más difícil o imposible automatización, o entre las manuales y las cognitivas, bajo supuestos similares. Sin embargo, el avance de la inteligencia artificial, el reconocimiento de voz y otras tecnologías continúan sorprendiendo en su capacidad o promesa de producir “máquinas” capaces de realizar tareas no rutinarias, de aprender y de entrar en zonas grises sobre la definición de lo cognitivo. Los optimistas señalan que, aun así, lo que se abre es un amplio campo para que las máquinas inteligentes complementen y multipliquen las habilidades humanas, a la vez que se generan nuevos empleos y ocupaciones para los humanos. Por ejemplo, Thomas Friedman (2016) plantea una visión optimista de complementariedad en la que las nuevas máquinas van a ser “asistentes inteligentes” para los humanos en todo tipo de ámbitos, con grandes beneficios de productividad y, en muchos casos, de empleo (ver Friedman, 2016, capítulo 8). El autor argumenta que gracias a los asistentes inteligentes casi todos los trabajos se están convirtiendo en trabajos de conocimiento. Además, reconoce que este escenario de complementariedad es algo que no ocurrirá automáticamente, sino solo con un concentrado esfuerzo de políticas públicas, nuevas actitudes

y mentalidades en las empresas y en los individuos para hacer aprendizaje a lo largo de la vida, y nuevos pactos sociales e instituciones que estimulen los cambios y las inversiones requeridas.

La convergencia entre la internet de las cosas, la inteligencia artificial, la robótica y la impresión 3D está creando un nuevo paradigma de producción llamado Industria 4.0. Las consecuencias para el futuro de la producción y del empleo son masivas: cada vez hay más productos inteligentes (teléfonos, materiales de construcción, artefactos usables, autos) que “hablan” con la “nave madre” y tienen una conexión permanente entre el consumidor individual y los centros de información y control del fabricante o el operador. Esto también está permitiendo, en algunas líneas de producción, la manufactura de productos hechos a la medida en pequeños pedidos, al mismo precio que la producción en masa. Cada vez más la logística está también tornándose inteligente: desde la entrega del producto, hasta el mantenimiento, y desde el servicio al cliente hasta el servicio posventa. Las cadenas de suministro están cada vez más interconectadas y operan justo a tiempo. Las fábricas inteligentes son cada vez más una realidad: máquinas en red que “hablan” entre ellas y que combinan el mundo físico de la transformación de materiales con el mundo virtual de la información justo a tiempo, la automatización y el control digital. Todo esto puede incrementar la productividad y aumentar la flexibilidad para el diseño y la producción.

La convergencia de tecnologías también está produciendo una tendencia hacia la “manufactura distribuida”, una nueva fase en la descentralización de la producción con una importancia reducida de las economías de escala en algunas líneas de actividad. Y esto también impactará las jerarquías tradiciona-

**27%**  
DE LOS TRABAJADORES  
MIGRANTES DEL  
MUNDO SE  
ENCUENTRAN  
EN AMÉRICA

les en la organización de la producción y en los tamaños de empresas, creando nuevas oportunidades para las pequeñas y medianas empresas que ahora pueden ser “inteligentes”, distribuidas en redes de manufactura desconcentrada, y competitivas aun siendo pequeñas. Todas estas son tendencias complejas con impactos múltiples y multidimensionales en el paradigma productivo y el mundo del trabajo. Pero la Industria 4.0 no es ciencia ficción para el futuro, es una realidad del presente que irá penetrando cada vez más profundamente los sistemas productivos de la región.

El cuarto grupo de impactos es el riesgo de mayor desigualdad. La tecnología es uno de los principales estímulos para la polarización del empleo y los salarios. Los trabajadores con altas calificaciones y “conectados” tienden a ganar, y aquellos con bajas calificaciones y “desconectados” tienden a perder. Cada vez es más difícil encontrar empleos de calificaciones medias y salarios altos. La norma es cada vez más calificaciones altas, salarios altos. Los economistas han descrito estos impactos como “el vaciado del medio” (Autor y Dorn, 2013) o como “se acabó el promedio” (Cowen, 2013), porque, en particular en países desarrollados, la proporción de empleos de calificación media se ha reducido, mientras que la proporción de empleos de altas calificaciones ha aumentado. Esa es la esencia del efecto llamado “cambio tecnológico

sesgado hacia las calificaciones” (*skill-biased technical change*). Esta dinámica tiene masivas implicaciones para los temas de movilidad social y la sostenibilidad de las clases medias. También pone de manifiesto la enorme importancia de la educación y la formación profesional, es decir, la inversión en el capital humano, como activo clave en la era de la economía del conocimiento.

América Latina y el Caribe se ha ganado la reputación de ser la región del mundo con mayor desigualdad de ingresos. Usando el índice de Gini como medida, a mediados de la década de 2000 la región era 18% más desigual que África subsahariana, 36% más desigual que Asia del Este y el Pacífico y 65% más desigual que los países de altos ingresos (López-Calva y Lustig, 2010). Sin embargo, luego de aumentar en 1990, la desigualdad en América Latina y el Caribe se redujo entre 2000 y 2007. En general, los principales factores que afectan la desigualdad incluyen: captura del Estado por las elites, imperfecciones en los mercados de trabajo, desigualdad de oportunidades (en particular, acceso a educación de buena calidad), el balance de impuestos y transferencias del Estado, la segmentación de los mercados de trabajo, y la discriminación en contra de las mujeres y etnias. Es decir, la cantidad y la calidad de la oferta de educación y de formación vocacional, y su relación con la demanda (generalmente sesgada hacia mayor contenido de calificaciones a causa del progreso tecnológico),<sup>2</sup> es uno de los seis principales factores que influyen en la desigualdad, ya sea positiva o negativamente, según las características específicas de cada factor.

Por ejemplo, una de las investigaciones más completas sobre las razones por las que la desigualdad disminuyó en América Latina y el Caribe en la primera década del siglo XXI concluye

que, mientras que en la década de los 90 la demanda de habilidades dominó a la oferta, en la década del 2000, gracias al aumento en las tasas de matrícula, la oferta de habilidades estuvo por delante. Es decir que en la carrera entre el cambio tecnológico sesgado hacia las calificaciones y el mejoramiento o escalamiento educativo, este último tomó la delantera en la década del 2000 (López-Calva y Lustig, 2010).

Sin embargo, estas buenas noticias sobre lo observado hasta el 2010 no necesariamente han continuado. Los resultados de los recientes test PISA sobre calidad educativa no son buenos para la región. La calidad educativa a la que tienen acceso los jóvenes de ingresos bajos es muy diferente a la de los jóvenes de ingresos medios-altos y altos, y reduce significativamente las oportunidades de los primeros de ingresar a educación terciaria. Persisten tasas muy altas de deserción en educación secundaria y grandes brechas en los sistemas de formación vocacional, con un sistema de aprendizajes muy subdesarrollado (OCDE, 2014). Si el Estado desea continuar igualando las oportunidades a través de la educación y la formación profesional, estas brechas y problemas deben enfrentarse energicamente.<sup>3</sup>

Por otra parte, la evidencia de la región es que el impacto del gasto público vía transferencias es todavía neutral o incluso regresivo desde el punto de vista distributivo, mientras que los sistemas impositivos también tienden a ser regresivos. Por lo tanto, la redistribución fiscal es baja, en particular en comparación con la redistribución vía impuestos y transferencias en los países desarrollados.

Y finalmente, la desigualdad en la región está también arraigada en el patrón muy heterogéneo de productividad entre sectores, actividades económicas y territorios, lo cual plantea el

tema de que la desigualdad se combate no solo con una combinación de políticas impositivas, de transferencias sociales y de mejor educación y formación profesional, sino que también tienen un papel clave que jugar las políticas de desarrollo productivo para reducir la heterogeneidad estructural en productividad entre sectores y territorios.

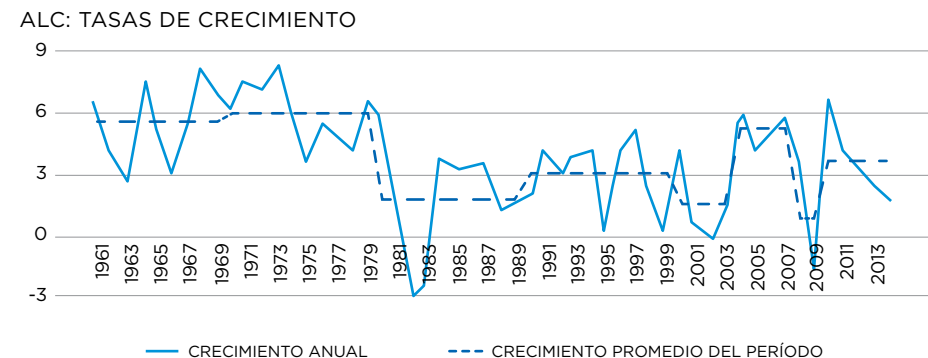
### EL DESARROLLO PRODUCTIVO

En una región en la que el 47% de las personas que trabajan lo hacen en la informalidad, en la que la pobreza es todavía del 29%, en la que la productividad promedio es la mitad de la productividad de los países líderes, con una brecha de productividad que en vez de reducirse se ensancha, y todavía altamente dependiente de la exportación de materias primas, es evidente que un futuro del trabajo mejor depende de que los países pongan en práctica políticas de desarrollo productivo, innovación y talento humano que aceleren el crecimiento de la productividad, y de un patrón de crecimiento más sosteni-

do, inclusivo y sostenible con más y mejores empleos. De aquí la importancia crítica del objetivo 8 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Visto a través de los lentes de los tres calificativos del crecimiento que establece el objetivo 8, es bastante evidente también que el crecimiento de los países de la región no ha sido ni sostenido ni suficientemente inclusivo ni sostenible. El gráfico 2 muestra el patrón de alta volatilidad del crecimiento que caracteriza a la región.

En cuanto a la inclusividad, los datos de informalidad y pobreza, así como las brechas de género y la exclusión de los pueblos indígenas, entre otros temas, dejan claro hasta qué punto el patrón de crecimiento dista de ser uno que genere mayor igualdad e inclusión, y no lo contrario. Por ejemplo, el gráfico 3 muestra el alto predominio del empleo por cuenta propia (28%) y en microempresas (otro 28%) en la estructura por tamaño de empresa en la región. Es en ese 56% del empleo por cuenta propia y en microempresas donde se concentra gran parte de la informalidad y la pobreza en la región. Y ese tipo de estruc-

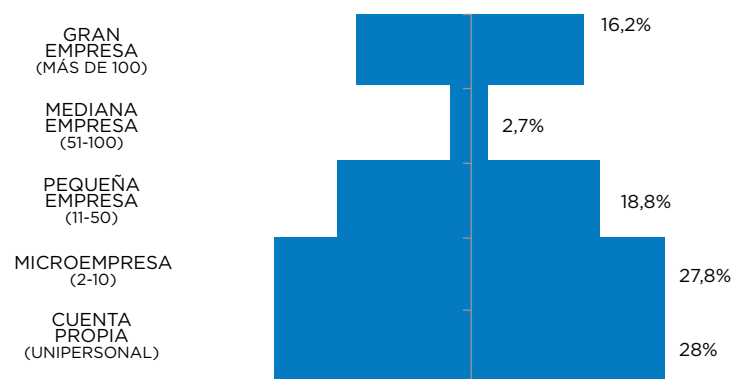
GRÁFICO 2  
VOLATILIDAD DEL CRECIMIENTO, 1961-2013



Fuente: Elaboración propia con base en datos de CEPAL.



GRÁFICO 3  
ESTRUCTURA DEL EMPLEO POR TAMAÑO DE EMPRESA



Fuente: OIT (2015).

tura con muy pocas empresas medianas y grandes constituye un freno para el crecimiento de la productividad. Tal como argumenta el reporte de la OIT (2015), para cerrar las brechas de trabajo decente, sería importante tener más empleo formal en empresas medianas y grandes.

Es cierto que las clases medias han crecido en algunos países, pero los recurrentes ciclos de desaceleración o la “nueva normalidad” de crecimiento mediocre decepcionan las expectativas de mejoramiento continuo y movilidad ascendente de dichas clases, complejizando la gobernabilidad y la política y elevando la conflictividad.

Por otra parte, debe comprenderse bien que la desigualdad, que cuando es extrema puede socavar la cohesión social y alimentar sentimientos de que “no todos los ciudadanos están en el mismo bote”, es un tema no solo de política social sino de subdesarrollo productivo, porque las desigualdades están arraigadas en lo que la CEPAL por décadas ha llamado la “heterogeneidad estructural”, es decir, ese perfil muy heterogéneo de crecimiento y productividad

que combina unos cuantos sectores, actividades y áreas territoriales de alta productividad y salarios altos con una gran mayoría de sectores, actividades y áreas territoriales de baja productividad y salarios bajos. Los gobiernos y las sociedades han sido lentos en comprender que el combate a la desigualdad no es solo un tema de políticas sociales, sino que pasa por políticas de desarrollo productivo.

Afortunadamente, la comprensión de este punto está mejorando y hay ahora un retorno, aunque todavía débil, a enfocar la atención en políticas para hacer crecer la productividad, acelerar la transformación productiva, invertir en innovación y en el desarrollo del talento humano (Salazar-Xirinachs, Nübler y Kozul-Wright, 2014; Crespi, Fernández-Arias y Stein, 2014; Cornick, 2016).

#### NUEVOS MODELOS EMPRESARIALES Y DERECHOS LABORALES

Las nuevas tecnologías están permitiendo grandes innovaciones en los modelos de negocios. Se está dando

una explosión en lo que se conoce con diversos nombres: la economía de los pequeños encargos (*Gig Economy*), el trabajo de pedido (*On-demand Economy*) y la economía colaborativa (*Sharing Economy*) (Sundararajan, 2016). En el argot del *jazz*, *gig* es un compromiso musical en el que se contratan músicos para actuaciones momentáneas, y esto no es una descripción del todo errónea de lo que algunas plataformas en línea o aplicaciones (*apps*) hacen, ya que son ambientes en los que las posiciones temporales son comunes y las organizaciones contratan trabajadores independientes para proveer servicios.

Lo que se ve venir, y de hecho ya está impactando fuertemente, es un cambio radical en las formas clásicas de empleo (relaciones de largo plazo con una empresa, reguladas por un contrato claro que especifica las condiciones de empleo y da derechos laborales bien definidos, incluyendo acceso a seguridad social –salud y pensiones–) hacia una variedad de nuevas formas de contratación tales como el trabajo autónomo o por cuenta propia, el trabajo temporal y a tiempo parcial, el trabajo por encargo o a pedido, y una variedad de formas de tercerización (ver ILO, 2016). Por ejemplo, varios estudios predicen que en el 2020, entre 30% y 40% de los trabajadores norteamericanos serán contratistas independientes.

Estos nuevos desarrollos plantean la pregunta fundamental de cómo regular estas nuevas realidades y cómo asegurar que en ese nuevo mundo del trabajo todos los trabajadores tengan las protecciones básicas dadas por los derechos laborales clásicos.

Un ejemplo ilustra los dilemas. Omar, un conductor de Uber en Los Angeles, fue atacado por un pasajero y tuvo que ir al hospital. Omar le pide a Uber que pague las facturas médicas y el hospital. Pero en la nueva economía cola-

borativa los trabajadores no tienen las protecciones clásicas asociadas con relaciones de trabajo estándar (horas de trabajo, seguro de desempleo, salario mínimo, seguro de salud, pensión). Situaciones como esta han generado un intenso debate legal y numerosos litigios que giran alrededor de la pregunta sobre si los trabajadores de las nuevas plataformas colaborativas han sido erróneamente clasificados como “contratistas independientes” (Warren, 2016). En este debate se perciben dos opciones: establecer una nueva categoría de “trabajadores independientes” y protegerlos mediante legislación especial, o reconocer que son empleados de facto y protegerlos mediante legislación existente. Este es un debate multifacético, dada la amplia variedad de situaciones y que apenas comienza.

Los riesgos y condiciones de la economía colaborativa (bajos ingresos; ausencia de seguridad social, de seguro de salud, de pensión) no aplican solo a los trabajadores de esta nueva economía, sino también a los trabajadores temporales, por contrato o a tiempo parcial, y por supuesto a los millones de trabajadores informales que hay en América Latina (en comercio al por menor y en la construcción). Así que el reto no es solo regular la “nueva economía colaborativa”, sino también asegurar que todos los trabajadores tengan protecciones básicas.

Esto incluye retos tales como: ¿cómo ampliar la cobertura y hacer más fácil para todos los trabajadores pagar contribuciones a la seguridad social y estar asegurados contra la discapacidad y enfermedad?, ¿cómo hacer que los beneficios de salud y pensión pertenezcan al trabajador y no estén vinculados con el empleador?, ¿qué mecanismos financieros y legales se pueden establecer para que esos beneficios sigan al trabajador a lo largo de su vida laboral sin



importar el estatus en el empleo (portabilidad de beneficios)?, ¿cómo lograr representación, libertad de asociación y de negociación colectiva para los trabajadores de la economía colaborativa? ¿Cómo pueden estos trabajadores hacer avanzar sus intereses? Al respecto, ya está surgiendo una variedad de iniciativas en Estados Unidos y Europa. Para organizar la voz y participación de los trabajadores no organizados de la nueva economía colaborativa, el nuevo llamado del capitalismo de multitudes (*crowd-based capitalism*) del siglo XXI parece ser "¡trabajadores autónomos del mundo, uníos!".

## VISIONES POLÍTICAS Y DIÁLOGO SOCIAL

Los ritmos de penetración de las tecnologías y sus impactos, la posibilidad de tener procesos de aprendizaje, desarrollo productivo y transformación estructural acelerados, sostenidos e inclusivos, y los marcos regulatorios para cubrir a los nuevos modelos de negocios y formas de contratación no son fuerzas de la naturaleza sobre las que no se pueda influir. Son las instituciones sociales y políticas, en un sentido amplio, las que proveen los incentivos y las oportunidades para las innovaciones, tanto económicas como sociales. Tal como Acemoglu y Robinson (2012) argumentan, estas instituciones pueden ser inclusivas, beneficiando a las grandes mayorías, o exclusivas y extractivas, beneficiando a una elite relativamente reducida.

Que la realidad institucional de los países se incline en una u otra dirección está fuertemente influido por las visiones políticas de los principales actores sociales,

y por la existencia y calidad de procesos de diálogo sobre las políticas públicas y las alianzas público-privadas para el logro de objetivos de desarrollo, que integran y definen los mecanismos de gobernanza de una sociedad.

En otras palabras, el futuro del trabajo no debe verse de manera determinista como resultado de fuerzas tecnológicas u otras sobre las que las sociedades no tienen control. Ese futuro dependerá mucho de la capacidad de las sociedades de dar respuestas colectivas adecuadas a los impactos que se puedan anticipar y de direccionar y acelerar los procesos de cambio en sentidos positivos.

## CONCLUSIÓN

En síntesis, el futuro del trabajo en la región depende de las respuestas no solo de las políticas públicas, sino las respuestas colectivas a varias áreas fundamentales: (1) las tendencias demográficas y en materia de migraciones que se ven venir; (2) los impactos de la revolución tecnológica, que plantea importantes preguntas sobre el grado de preparación de las economías, sociedades, empresas, individuos e instituciones educativas y de formación vocacional para enfrentar los nuevos paradigmas productivos y acelerar los aprendizajes a todo nivel; (3) las capacidades nacionales para tener políticas claras de desarrollo productivo y de talento humano, para transformar un modelo de crecimiento todavía muy dependiente de productos primarios y con muy bajo desempeño en productividad; y (4) los cambios drásticos en los modelos de negocios y en las formas clásicas de empleo hacia una variedad

de nuevas formas de contratación, que plantean preguntas fundamentales sobre cómo regular estas nuevas realidades y cómo asegurar que en ese nuevo mundo del trabajo todos los trabajadores tengan las protecciones básicas dadas por los derechos laborales clásicos.

Respuestas oportunas y efectivas a las tendencias citadas solo serán posibles bajo una visión común forjada en sólidos procesos de diálogo social. Se

requieren nuevos pactos que expresen esta visión renovada y más integrada del nexo desarrollo productivo-tecnología-innovación-educación-competencias-empleo y empleabilidad y reformas institucionales que las traduzcan en acciones concretas. Esto requiere fortalecer los espacios e instancias de diálogo sobre políticas, pero revisar a la vez las lógicas y las instituciones para la acción colectiva. ☁

### NOTAS

<sup>1</sup> *The Economist*, "Free Exchange. Why taxing robots is not a good idea. Bill Gates's proposal is revealing about the challenge automation poses", 25 de febrero, 2017.

<sup>2</sup> Para explicaciones del cambio tecnológico sesgado hacia las calificaciones, ver Autor, Levy y Murnane (2003) y

Acemoglu y Autor (2011).

<sup>3</sup> Sobre una agenda para mejorar las competencias y el talento humano para el desarrollo productivo y el crecimiento de la productividad en los países de la región, ver Salazar-Xirinachs, "6 ways Latin America can close its skills gap", World Economic Forum, 7 de mayo, 2015.

### BIBLIOGRAFÍA

- Acemoglu, D. y Robinson, J. 2012. *Por qué fracasan los países. Los orígenes del poder, la prosperidad y la pobreza*. Random House.
- Acemoglu, D. y Autor, D. H. 2011. "Skills, tasks, and technologies: Implications for employment and earnings". En: D. Card y O. Ashenfelter, editores. *Handbook of Labor Economics*, volumen 4B. Amsterdam: Elsevier.
- Autor, D. 2014. "Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth". MIT, NBER y JPAL, artículo presentado en Jackson Hole, Wyoming.
- Autor, D.H. y Dorn, D. 2013. *Technology Anxiety: Past and Present*. ILO International Symposium on The Future of Work, Ginebra, 5-6 de diciembre.
- . "How Technology Wrecks the Middle Class". The New York Times. 24 de agosto, 2013.
- Autor, D.H., Levy, F. y Murnane, R. J. 2003. "The skill content of recent technological change: An empirical explanation". *Quarterly Journal of Economics*. 118 (4): 1279-1333.
- Brynjolfsson, E. y McAfee, A. 2014. *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. Nueva York y Londres: W. W. Norton & Company.
- Crespi, G., Fernández-Arias, E. y Stein, E. H., editores. 2014. *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. Washington DC: BID.
- Cornick, J. 2016. *Políticas de desarrollo productivo en América Latina. Discusiones recientes, creación de empleo y la OIT*. Lima: OIT, Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Cowen, T. 2013. *Average is Over: Powering America Beyond the Age of the Great Stagnation*. Nueva York: Dutton.
- Ford, M. 2015. *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*. Nueva York: Basic Books.
- Frey, C.B. y Osborne, M. A. 2013. "The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?". Working Paper. University of Oxford, Oxford Martin School, Oxford Martin Programme on Technology and Employment.
- Friedman, T. 2016. *Thank You for Being Late: An Op-*

*timist's Guide to Thriving in the Age of Accelerations*. Nueva York: Farrar, Straus y Giroux.

ILO. 2016. *Non-Standard Employment Around the World: Understanding Challenges, Shaping Prospects*. Ginebra. Ginebra: ILO.

Keynes, J.M. 1933. "Economic Possibilities for our Grandchildren". En: *Essays in Persuasion*. McMillan.

Levy, S. "The Great Failure: Retirement Pensions in Latin America". Vox.LACEA. 22 de febrero, 2017.

López-Calva, L. F. y Lustig, N., editores. 2010. *Declining Inequality in Latin America: A Decade of Progress?*. Nueva York: UNDP.

Mankiyá, J., Chui, M., Bughin, J. et al. 2013. *Disruptive Technologies: Advances that will transform life, business and the Global Economy*. McKinsey Global Institute, mayo.

OCDE. 2014. *Perspectivas económicas de América Latina 2015: Educación, competencias e innovación para el desarrollo*. París: OECD Publishing.

OIT. 2013. *Trabajo decente y juventud en América Latina. Políticas para la acción*. Lima: OIT y Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

—. 2015. *Panorama Laboral Temático. Pequeñas empresas, grandes brechas. Empleo y condiciones de trabajo en las MYPE de América Latina y el Caribe*. Lima: OIT y Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

OIT. 2016. *La migración laboral en América Latina y el Caribe. Diagnóstico, estrategia y líneas de trabajo de la OIT en la Región*. Lima: OIT y Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

Salazar-Xirinachs, J. M., Nübler, I. y Kozul-Wright, R. 2014. *Transforming Economies: Making Industrial Policy Work for Growth, Jobs and Development*. Ginebra: ILO.

Sundararajan, A. 2016. *The Sharing Economy: The End of Employment and the Rise of Crowd-Based Capitalism*. Cambridge y Londres: The MIT Press.

Warren, E. 2016. "Strengthening the Basic Bargain for Workers in the Modern Economy". New America Annual Conference, Washington DC, 19 de mayo.

Weil, D. 2015. *The Fissured Work Place: Why Work Became So Bad for So Many and What Can Be Done to Improve It*. Cambridge y Londres: Harvard University Press.

# DINAMARCA Y EL PRIMER EMBAJADOR DIGITAL

Las grandes compañías tecnológicas tienen mayor facturación que muchos países pequeños y medianos. El valor de mercado de Microsoft equivale, por ejemplo, al Producto Interno Bruto (PIB) de Bélgica. Apenas 18 países del mundo tienen un PIB mayor a los US\$ 700.000 millones que vale Apple. Pero además de su valor económico, la información que manejan estas empresas puede poner en riesgo o contribuir a la seguridad nacional, y sus inversiones pueden provocar saltos de calidad en el empleo o acelerar la transferencia de conocimiento en las grandes ciudades.

Por todas estas razones, Dinamarca decidió crear la figura del embajador digital, que tendrá su lugar de trabajo en Silicon Valley. El elegido para desempeñar este cargo es Casper Klynge, quien estuvo a cargo de las relaciones diplomáticas con Indonesia. El mayor impulsor de la idea, pionera a nivel global, es el canciller danés Anders Samuelsen, quien en esta entrevista explica cuál será la misión del nuevo funcionario.

## ¿Por qué el gobierno de Dinamarca decidió crear la figura del embajador digital?

La tecnología y la digitalización tie-

nen que ser una prioridad de política exterior debido a, por lo menos, dos razones. En primer lugar, en Dinamarca no podemos abordar la tecnología y la digitalización en una caja negra y, en segundo lugar, el país tiene algo que ofrecerles a estas compañías. Dinamarca ha sabido aprovechar en gran medida las ventajas de la digitalización. El Índice de la Economía y la Sociedad Digitales de la Comisión Europea acaba de ubicar a Dinamarca en el puesto número uno del *ranking* (una vez más, como en 2016). En la jerga diplomática, esto es “poder blando”. Pero también enfrentamos desafíos. Por ejemplo, por mencionar apenas un aspecto, necesitamos que nuestra fuerza de trabajo cuente con más especialistas informáticos.

## ¿Cuáles son las principales cuestiones que estarán en la agenda de la relación bilateral de dicho embajador? ¿Qué tipo de empresas tecnológicas serán sus interlocutores?

El embajador digital encabezará una nueva iniciativa de “tecnodiplomacia” y hará de la tecnología y la digitalización una prioridad para todo el Servicio Exterior. Una tarea importante será establecer relaciones con actores

# 18

PAÍSES DEL MUNDO TIENEN UN PIB QUE SUPERA EL VALOR DE MERCADO DE APPLE



del mundo tecnológico, como Google, Facebook, Apple y Alibaba, con emprendimientos nuevos y universidades, con la sociedad civil, las ONG, las ciudades y las regiones, que pueden aportar perspectivas valiosas y experiencia en este campo. Las actividades amplias de extensión hacia las empresas y la sociedad civil no son algo nuevo. Pero necesitamos hacer más y necesitamos encarar estos esfuerzos mediante un enfoque mucho más sistemático de la tecnología y la digitalización. Paralelamente, impulsaremos la agenda tecnológica a través de la diplomacia “clásica”, ante los países y en las organizaciones multilaterales.

## ¿Cómo se ven afectados los Estados y los ciudadanos por la creciente importancia de las empresas tecnológicas alrededor del mundo?

La tecnología y la digitalización necesitan ser una prioridad política, ya que no podemos abordar la tecnología y la digitalización en una caja negra. El desarrollo tecnológico y los actores tecnológicos de todo tipo ejercen una influencia enorme sobre nuestra sociedad y tienen impacto sobre una amplia gama de temas, como la privacidad, la ayuda humanitaria, la atención de

la salud, la creación de empleo, la infraestructura y la seguridad, por mencionar apenas unos pocos. El entorno tecnológico representa una esfera de influencia que no hará más que ganar importancia en los próximos años. Y lo hará a escala masiva.

## ¿Considera que el poder de mercado creciente de las empresas tecnológicas requiere una respuesta grupal, por ejemplo a nivel europeo?

La Unión Europea (UE) y sus instituciones definitivamente son importantes en esta arena. Y desde luego que estamos priorizando esto en las discusiones dentro de la UE, así como, por ejemplo, en nuestra promoción de un mercado digital interno. Pero la UE no es la única esfera. El desarrollo tecnológico y digital tiene efectos sobre todos los aspectos de la sociedad; por lo tanto, debemos encarar ciertas cuestiones a nivel nacional, otras a nivel de la Unión Europea y otras en otros foros y esferas de influencia. De eso se trata precisamente esta iniciativa. Involucrarnos en ámbitos de influencia nuevos que, como gobiernos, debemos comprender mejor para poder utilizar esa información en los foros relevantes. ☁

# El transporte del mañana



Si no piensas en tu porvenir, no lo tendrás.

John Kenneth Galbraith

EL TRANSPORTE AUTÓNOMO DISMINUYE COSTOS AL MOVILIZAR CARGAS POR RUTAS PELIGROSAS SIN PONER EN RIESGO VIDAS HUMANAS. LOS DRONES, AUTOS, CAMIONES Y TRENES, Y AHORA TAMBIÉN LOS BARCOS Y AVIONES DE CARGA COMIENZAN A SER AUTOMATIZADOS PARCIAL O TOTALMENTE. SE ESPERA QUE EN UNA DÉCADA TODA CLASE DE VEHÍCULOS AUTÓNOMOS CIRCULE LEGALMENTE Y SE MASIFIQUEN, ABRIENDO INTERROGANTES SOBRE LAS REGULACIONES EN MATERIA DE INTEGRACIÓN Y COMERCIO.

Un ejecutivo realiza una videoconferencia de trabajo. Junto a la cara de su interlocutor, en el parabrisas del vehículo, una señal automática anuncia que el viaje está por finalizar. Al minuto, el ejecutivo finaliza la reunión y desciende del vehículo. Intenta cerrar la puerta, pero no puede; una notificación le recuerda que no olvide su maletín. La escena, que podría formar parte de un relato de ciencia ficción, será algo sorprendente para ver en los próximos 20 años para grandes ciudades de todo el mundo, y algo naturalizado para 2040, con más del 75% del parque automotor en modalidad autónoma (IEEE, 5 de septiembre de 2012). Más cerca en el tiempo, se espera que haya 600 mil autos autónomos para 2020 y 21 millones para 2035 (Korosec, 7 de junio de 2016). Otras estimaciones indican que el mercado de autos autónomos podría representar US\$ 42 mil millones para 2025 (Green, 8 de enero de 2015). Pero los autos no son los únicos vehículos que prescindirán de conductores humanos. La tendencia atraviesa todas las formas de transporte. Este artículo presenta los avances en cada rama.

## AVIONES AUTÓNOMOS

Los drones con que Estados Unidos combate el terrorismo en países de Medio Oriente son famosos en su versión pilotada de manera remota, pero también existen los que siguen rutas prefi-

jadas para entregar medicinas en África.

Así, la imagen del servicio de correo tal como la conocemos puede transformarse completamente. Porque efectivamente Amazon está introduciendo cambios en el comercio: desde casilleros (Amazon Locker) para distribución de pedidos, hasta drones automáticos para la entrega de pequeñas cargas, que ya están operativos bajo la categoría Prime Air en ciudades de Estados Unidos, Reino Unido, Austria e Israel.

Amazon asegura que, dentro de unos años, los drones que entregan paquetes serán tan comunes como los camiones. Mientras tanto, sus equipos evalúan los diferentes entornos en los que deben operar sus drones y evalúan alternativas, como el despacho de mercadería en paracaídas.

Actualmente, la compañía BAE Systems comenzó pruebas con un avión de turbohélice, el Handley Page Jetstream 31, equipado con sistemas para adaptar su recorrido al tráfico aéreo y el clima. El avión utiliza información satelital sobre las condiciones meteorológicas; el sistema TCAS para informarse sobre la posición, ruta y velocidad de otras aeronaves y calcular la probabilidad de encuentro; y lleva cámaras que le permiten detectar otras aeronaves en caso de que estas no transmitan señal TCAS. Tienen conciencia situacional para auto-reprogramar su propia ruta de vuelo.

Pero BAE Systems no es la única. Empresas aeronáuticas de todo el mun-

**75%**  
DEL PARQUE AUTOMOTOR SERÍA AUTÓNOMO HACIA 2040

do invierten recursos para mejorar los pilotos automáticos e incorporarlos a los vuelos comerciales y de carga. El objetivo no es eliminar una de las profesiones más estresantes del mundo, sino bajar costos operativos y reducir el error humano. En la industria calculan que en un par de décadas, se masificará el uso de este tipo de aeronaves, empujando con los vuelos de carga.

## BARCOS AUTÓNOMOS

Más del 90% del comercio mundial se realiza a través del transporte marítimo. Dentro de ese conjunto, se destacan 50.000 buques mercantes que transportan todo tipo de cargas entre

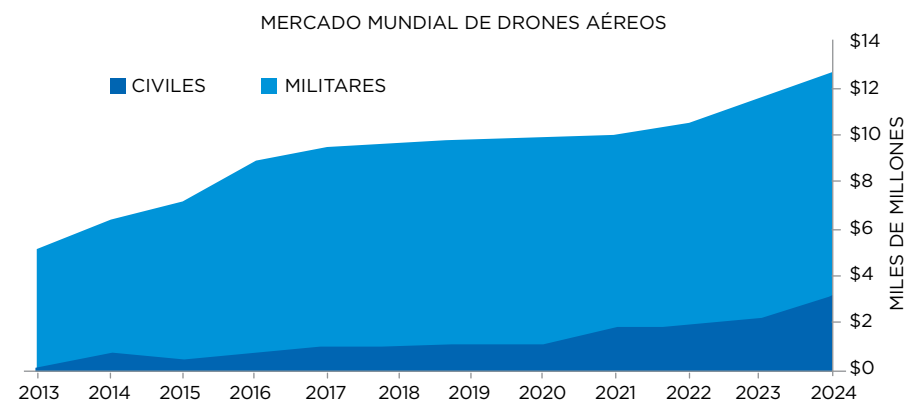
150 naciones y emplean a un millón de marineros de prácticamente todas las nacionalidades (Organización Marítima Internacional, 2017).

Los grandes cargueros se han convertido en aliados de las exportaciones de China, los llamados “tigres asiáticos” y la Unión Europea. En conjunto mueven 800 millones de toneladas, son más competitivos que el transporte aéreo, y menos nocivos para el ambiente que el transporte terrestre basado en combustibles fósiles.

El tamaño de los buques de carga se ha incrementado en un 1.000% entre 1970 y 2014 (Container transportation, 2016). El tamaño de los más modernos equivale a rascacielos acostados sobre el mar, verdaderas estructuras que demandan tecnologías cada vez más complejas para posibilitar una navegación segura. Desde la realidad aumentada a inteligencia artificial, todas las tecnologías buscan aportar a las cabinas de mando del futuro. En esa línea, es cuestión de tiempo para alcanzar la navegación autónoma, sin capitán ni tripulación.

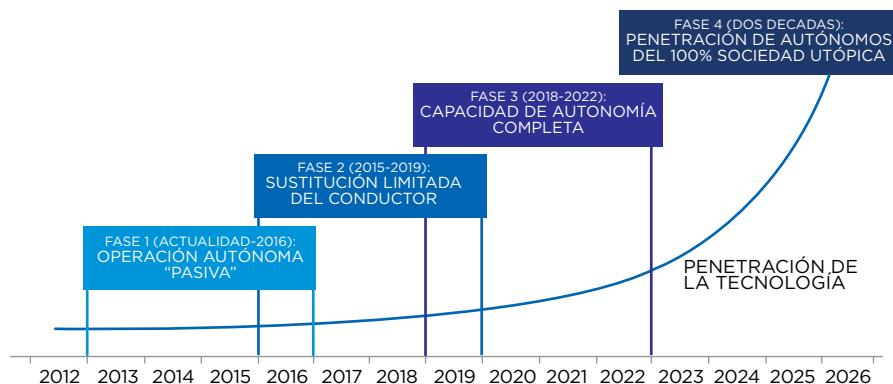
Para barcos más pequeños también

GRÁFICO 1  
ESTIMACIÓN DEL MERCADO AÉREO DE DRONES



Fuentes: Teal Group, estimaciones de BI Intelligence y Michael Toscano.

GRÁFICO 2  
ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE PENETRACIÓN DE LOS AUTOS AUTÓNOMOS



Fuente: Datos de empresas, División de Investigaciones de Morgan Stanley.

hay planes: reducción de costos, seguridad de las mercancías y de las vidas humanas involucradas.

Rolls-Royce, que además de automóviles produce soluciones de ingeniería para propulsión de toda clase de vehículos, investiga las posibilidades del transporte por vía marítima mediante barcos autónomos, junto con otras empresas y universidades, en el marco de la iniciativa AAWA (Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative). El proyecto financiado por empresas y la administración finlandesa ya cuenta con un prototipo de 65 metros de largo equipado con sensores y comandos que pueden ser operados a miles de kilómetros de distancia.

La delantera, sin embargo, la tiene el Pentágono, que tras una inversión de US\$ 120 millones exhibió a mediados de 2016 el barco experimental autónomo más grande construido hasta ahora, el Sea Hunter. Se trata de una nave de 40 metros de largo equipada con radares, sonares, cámaras y sistemas de posicionamiento global, capaz de recorrer 18.520 kilómetros por sí sola en busca de submarinos y minas submarinas. La Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada

para la Defensa (DARPA, por sus siglas en inglés), conjuntamente con la armada estadounidense, investiga la capacidad del Sea Hunter de evitar choques con otras naves, frente a la costa de San Diego.

Paralelamente, Roboat es el nombre de un programa que busca desarrollar flotas autónomas para el transporte de personas y mercancías, pero también para controlar el ambiente y montar infraestructuras temporales, como puentes *on-demand*. Participan en el proyecto por casi US\$ 28 millones investigadores del Instituto de Ámsterdam para Soluciones Metropolitanas Avanzadas, el Instituto Tecnológico de Massachusetts, la Universidad Tecnológica de Delft y la Universidad de Wageningen, estas dos últimas situadas en Holanda. Durante 2017 comenzarán a probarse los primeros prototipos en los canales de Ámsterdam, con un plazo de cinco años para completar el desarrollo.

## AUTOMÓVILES AUTÓNOMOS

### Autos sin conductor

Los autos autónomos están cerca de llegar al mercado masivo. Las principales

empresas automotrices compiten entre sí y con empresas derivadas (*spin-offs*) en la carrera por ser las primeras en ofrecer un modelo parcial o totalmente autónomo. Ford, Google, Mercedes-Benz, Tesla, nuTonomy, y Uber, entre otros, han declarado en medios y comunicados oficiales que sus modelos llegarán a las calles de Estados Unidos antes de 2021 (Driverless car market watch, 2017). La carrera es tan intensa que ya existen seis niveles para distinguir el grado de autonomía que ofrecen, donde cinco es el más alto y cero, el más bajo.

Compañías como BMW, Toyota y General Motors también invierten en desarrollar el auto del futuro, impulsadas por la problemática ambiental del calentamiento global y por incentivos vinculados con la seguridad y la calidad de vida: el viajero promedio gasta horas a la semana atrapado en el tránsito e invierte muchas más en conducir. Además, más de un millón de personas en todo el mundo mueren en accidentes automovilísticos cada año, en el 94% de los casos por errores humanos (World Health Organization, 2013; NHTSA, 2017).

### Autos voladores

Este año se proyectan los lanzamientos al mercado de los primeros autos voladores. Aunque los prototipos PAL-V one y el de la empresa Terrafugia tienen varios contras (cuestan lo que una avioneta, requieren licencia de vuelo, así como una pista para despegar y aterrizar), son un indicio más de los pujantes avances en el sector.

Los prototipos en desarrollo involucran a Airbus, AeroMobil, Volkswagen, Uber, Apple y Zee.Aero, pero es cuestión de años para que ya no sea posible contar con los dedos de las manos las compañías que participan en este mercado.

Los autos voladores y autónomos,

94%  
DE LOS ACCIDENTES  
AUTOMOVILÍSTICOS  
TIENE LUGAR POR  
ERRORES HUMANOS

además de evitar embotellamientos de tránsito e integrar regiones montañosas, desérticas o con escasa infraestructura, generan impactos que van mucho más allá y que demandan nuevas arquitecturas regulatorias e institucionales. Esta es la opinión de, por ejemplo, Juraj Vaculik, CEO de AeroMobil, quien asegura que deberemos lidiar con las leyes que han regido el transporte aéreo y terrestre durante los últimos cien años.

Mientras tanto, el dron Ehang 184, un aparato autónomo de cuatro rotores que puede transportar a una persona de hasta 99 kilogramos a 100 kilómetros por hora, comenzaría a operar en Dubái en 2017.

Dentro de esta categoría de vehículo personal aéreo, también se encuentran e-volo y myCopter, este último por iniciativa de la Unión Europea, que encuentra en los autos voladores el transporte del futuro para personas en grandes ciudades. Y Uber y Embraer acordaron fabricar taxis voladores para 2020.

## CAMIONES Y CARAVANAS INTELIGENTES

Los trenes de carretera o caravanas son conjuntos de camiones que viajan conectados entre sí de manera inalámbrica y que siguen de manera automática el ritmo marcado por un conductor ubicado en el primer vehículo.

Los principales beneficios de esta

innovación son una mayor seguridad; el ahorro de salarios, que implican hasta el 34% del costo total; una reducción de hasta el 15% en el consumo de combustible; y más espacio en las rutas, gracias a la disminución de la distancia de seguridad necesaria entre cada vehículo.

Esta tecnología para integrar territorios de manera más sustentable ya existe y, de hecho, en 2016 la Unión Europea lanzó el desafío de masificarla por iniciativa de Holanda, que tiene experiencia en recibir columnas de camiones automáticos de las marcas DAF, Daimler, Iveco, MAN, Scania y Volvo, en su puerto de Róterdam. El interés de la Unión Europea es acercarse a la visión “triple cero” (cero víctimas, emisiones y congestiones).

Por su parte, Daimler hizo circular el primer camión autónomo con licencia. El Inspiration Truck de Freightliner está considerado como un vehículo de nivel 3 en la escala de la NHTSA, la agencia estadounidense que regula la seguridad en carreteras. El nivel implica que es posible ceder por completo el control al vehículo, aunque inicialmente la autonomía se ofrece como un sistema de apoyo al conductor para mejorar hasta en un 25% sus niveles de sueño y can-

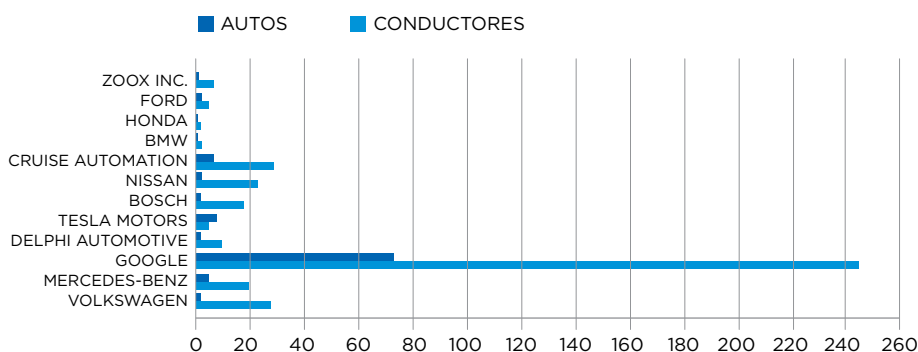
sancio. Según informa Daimler, el vehículo recorrió más de 16.000 kilómetros en circuitos cerrados en Alemania.

A su vez, Uber, cuyos autos autónomos ya circulan por Pittsburgh, consiguió que uno de sus camiones autónomos entregara una orden de cervezas. Se trató de un Volvo acondicionado por la *start up* Otto, con dos cámaras para la detección de carriles y varios sensores: un LIDAR para el entorno 3D, dos radares frontales para detectar obstáculos y vehículos en la carretera, así como un GPS para determinar en todo momento la ubicación del vehículo. Más del 80% del viaje de 194 kilómetros fue realizado a un promedio de 89 kilómetros por hora sin la participación del conductor, que durante 160 kilómetros descansó en la cabina. El vehículo fue custodiado por un coche patrulla de Colorado y contó con monitoreo remoto desde las instalaciones de Otto.

### TRENES Y SUBTERRÁNEOS

El tren es uno de los primeros medios de transporte que dispuso de la tecnología necesaria para prescindir de

GRÁFICO 3  
COMPAÑÍAS CON PERMISO DE PROBAR AUTOS SIN CONDUCTOR EN CALIFORNIA



Fuente: Departamento de Vehículos Motorizados de California.

### AUTOS VOLADORES E HYPERLOOP

Si los autos voladores se masifican, traerán grandes ventajas para la movilidad en lugares con escasa infraestructura. Pero también significará una amenaza a los millones de puestos de trabajo dedicados a la construcción y mantenimiento de autopistas, aeropuertos y otros. Nuestras sociedades no pueden detener el desarrollo tecnológico, pero sí ralentizarlo. De hecho, es lo que hacen: si la tecnología no avanza más rápido es porque no lo permitimos. Son millones las vidas humanas en juego, por no decir el futuro de la humanidad. Queremos más integración y más comercio. Con tecnología motorizamos los cambios y las instituciones públicas se adaptan a él. Asimismo, si los autos eléctricos y voladores no son los suficientemente futuristas, un nuevo medio de transporte está en desarrollo, el Hyperloop, que busca alcanzar velocidades supersónicas para unir las principales ciudades del mundo al precio de un pasaje de subte. Se trata de un tubo sellado al vacío, por el que levitan cápsulas que podrían duplicar la velocidad de un avión comercial con la ayuda de motores eléctricos y operación autónoma y *on-demand*. Proyectan su operatividad para 2020. Mientras tanto, propuestas aún más audaces, como la teletransportación de objetos, buscan ser llevadas a la práctica por grupos científicos y tecnólogos de todo el mundo con más o menos éxito.

chofer. El metro de Londres, por ejemplo, posee una línea autónoma desde 1967, Victoria Line. Los principales beneficios que brinda son reducción de costos y mayor frecuencia de servicio.

Otras ciudades que cuentan con servicios de tren sin conductor son Copenhague, Barcelona, Turín, Milán, Roma, Brescia, París, Rennes, Toulouse, Lille, Lyon, Núremberg, Budapest, Miami, Vancouver, San Pablo, Santiago de Chile, Lima y Dubái.

Una muestra de que los beneficios del sistema se extienden lo ofrece Rüdiger Grube, ex presidente de la principal empresa ferroviaria alemana, quien aseguró que hacia 2023 Deutsche Bahn comenzará a operar trenes autónomos en algunos segmentos de su red.

### CONSECUENCIAS PARA EL COMERCIO

Dos décadas es el lapso previsto para que autos, helicópteros, barcos,

aviones, drones y hasta nuevos medios de transporte supersónicos sean todos autónomos. De hecho, lo más probable es que el transporte autónomo sea la punta de lanza de la IA en nuestras sociedades: con esto veremos llegar todo lo bueno y lo malo de la IA.

Transporte autónomo significa, por un lado, que el 13% de la población mundial económicamente activa podría ser despedida (Kharpal, 13 de febrero de 2017). Basta sumar 13 puntos porcentuales a cualquier tasa de desempleo para imaginar el drama humano asociado. Para la América del Sur del 2025 eso implicaría, por ejemplo, unos 44 millones de nuevos desempleados. Por otro lado, como contracara de la crisis laboral, la automatización puede traer ventajas igualmente exageradas: los costos operativos y los accidentes disminuirían y podrían disminuir las tareas repetitivas y pesadas, etcétera.

Ante este escenario, los principales líderes tecnológicos de la humanidad plantean cobrar impuestos a los dueños

de las máquinas. Es el caso de Bill Gates y Elon Musk, aunque este último vaya más allá al vaticinar que las personas terminarán por fusionarse con las máquinas para no volverse obsoletas.

La actualidad de la temática es tal que, a mediados de febrero de este año, el parlamento de la Unión Europea sancionó (con 396 votos a favor, 123 en contra y 85 abstenciones) una resolución que insta al órgano ejecutivo y legislativo de la Unión Europea, la Comisión Europea, a preparar una propuesta legislativa en torno a nueve leyes propuestas en el documento *European Civil Laws Rules in Robotics* (Nevejans, 2016). Entre ellas está la propuesta de que los robots paguen impuestos.

Si bien es difícil pronosticar con exactitud dimensiones temporales y de magnitud para este fenómeno, los indicadores permiten proyectar hipó-

**13%**  
DEL EMPLEO  
CORRE RIESGO DE  
SER AUTOMATIZADO

tesis futuras respecto de qué tipo de ocupaciones y tareas parecen más sustituibles. Por ejemplo, los empleos en transporte y logística corren más riesgo que los empleos en educación y finanzas, porque las tareas de percepción y manipulación, así como de inteligencia creativa y social, son las más difíciles o costosas de automatizar.

La automatización del trabajo humano puede llegar a incrementar la cantidad de tiempo disponible de la población, lo que implica toda una serie de

### EL POTENCIAL DE LOS NUEVOS MATERIALES

A esta altura se puede considerar escandaloso el rendimiento de las baterías. A pesar de sus constantes mejoras en estabilidad, ciclos y capacidad, son el cuello de botella de toda clase de dispositivos: desde autos eléctricos a celulares, computadoras portátiles y otros. Sin embargo, miles de grupos de investigación buscan alternativas para que esto deje de ser así. Cuando lo consigan, no solo habrá un *boom* para las energías renovables, sino que las innovaciones darán un salto. En este sentido, una de las estrategias clave está relacionada con el desarrollo de nuevos materiales con nanotecnología, como el grafeno, que entre otras propiedades tiene la de ser superconductor de electricidad y soportar altas temperaturas, lo que permitiría almacenar más energía en menos espacio y reducir drásticamente los tiempos de carga. Algunos modelos de celulares ya comenzaron a utilizar esta tecnología.

Por otra parte, el creador de las baterías de iones de litio, John Goodenough, volvió a ser noticia recientemente por haber creado una nueva superbatería que funciona con electrolitos de cristal y sodio, en vez de litio. Dijo Goodenough: "El coste, la seguridad, la densidad energética, las tasas de carga y descarga y los ciclos de vida son críticos para que los coches basados en baterías se puedan aprovechar masivamente. Creemos que nuestro descubrimiento soluciona muchos de los problemas inherentes a las baterías de hoy en día" (Xataka, 2017). Aunque no hay fechas oficiales, si el nuevo desarrollo emulara el camino de las baterías de iones de litio desarrolladas en 1980, tardaría alrededor de diez años en llegar al mercado.

MAPA 1  
CIUDADES CON LÍNEAS DE SUBTERRÁNEO AUTOMATIZADAS



Fuente: International Association of Public Transport.

nuevos interrogantes. ¿Qué pasará a nivel subjetivo? ¿Qué harán las sociedades con tanto tiempo libre y población excedente? Algunos autores sostienen que presenciamos el fin del empleo y el surgimiento del capitalismo basado en multitudes. La integración social ya no sería estructurada por posiciones en el mercado laboral, sino por la capacidad para intercambiar bienes y servicios (Sundararajan, 2016). Otros aseguran que el potencial de las nuevas tecnologías tiende a ser sobreestimado (Pfeiffer y Suphan, 2015; Autor, Levy y Murnane, 2003).

El pasado reciente muestra que las distancias son cada vez más cortas y que los bienes y las personas circulan cada vez con mayor frecuencia y en mayor cantidad. Es más sencillo hacer hincapié en los cambios tecnológicos del sector transporte que en la magnitud de los desplazamientos de bienes y personas que generan (Barbero, 2017).

El contenedor, los trenes de alta velocidad, los vehículos híbridos y tantos

otros avances tuvieron como correlato el crecimiento de la población, la producción y el consumo, la globalización de la economía y el comercio, la expansión territorial de las ciudades y el incremento de la motorización y movimiento internacional de personas. El comercio mundial, por ejemplo, se incrementó un 6% entre 1980 y 2014, y los pasajeros de avión por kilómetro pago se duplicaron a partir del cambio de siglo.

La automatización, entendida como la aplicación de máquinas para reemplazar el trabajo humano en la industria y el sector servicios, es un proceso que comenzó hace alrededor de 200 años con el telar y la máquina a vapor. Desde entonces, sabemos del movimiento lúdico y de la resistencia que puede generar (Hobsbawm, 1952).

Durante las cuatro décadas pasadas, las tecnologías de la información, el desarrollo de la inteligencia artificial y los robots dieron lugar a una "polarización del empleo": las tareas típicamente desempeñadas por personal de calificación



## COSIPLAN Y EL TRANSPORTE DE CARGA EN UNASUR

Las tecnologías para automatizar el transporte son creadas en países desarrollados. En este campo no existen iniciativas significativas en América del Sur y eso podría implicar que los impactos lleguen con años o décadas de diferencia. Pero también podría suceder como con el mercado de la telefonía móvil, que se masificó sin distinguir grado de desarrollo.

Si la automatización llega a la región en los próximos 20 años, los países tendrán el desafío de regular la adopción de estas nuevas tecnologías mediante legislación *ad hoc*, tal como han comenzado a plantearse sus pares europeos en el ámbito de la Unión Europea. En este sentido, es auspicioso que la UNASUR cuente entre sus consejos más pujantes al que está dedicado a la planificación de la infraestructura: el COSIPLAN.

El transporte de carga y la logística se tornan fundamentales para la región, porque un porcentaje muy alto de las inversiones en infraestructura de integración está orientado principalmente a la movilización de carga. Los países de América del Sur coinciden en que el desempeño logístico tiene impactos directos sobre la competitividad: cuando el impacto es bueno, integra mercados nacionales e internacionales y permite explotar ventajas comparativas locales y economías de escala. Cuando no, es un déficit más para superar en el proceso de integración. Las políticas de transporte y de desarrollo de infraestructura influyen sobre el desempeño logístico de manera notable. Esto implica para los gobiernos de la región el desafío de establecer políticas en un marco común e integrado.

En la Cartera de Proyectos del COSIPLAN, la infraestructura de transporte vinculada con la logística abarca seis subsectores: carretero, ferroviario, fluvial, marítimo, aéreo y pasos de frontera. Todos ellos tienen clara vinculación con las tendencias de automatización abordadas en esta nota. Por eso, sería atinado que el COSIPLAN considere incorporar contenidos referidos a estas nuevas tecnologías en futuras ediciones del curso virtual sobre formulación de políticas en transporte de carga y logística, por medio del cual ya fueron certificados cerca de 100 funcionarios de 14 países de América Latina. Es importante considerar esta propuesta, porque es a partir de esa masa crítica de funcionarios capacitados que se está implementando la Red de Expertos de Logística de Cargas (REXLOG), cuyo objetivo es asesorar al Consejo de forma continua en decisiones y formulación de política pública, planes, proyectos y acciones regionales, promoviendo con ello el desarrollo de un sistema logístico regional a partir de la consolidación de los sistemas nacionales.

media fueron víctimas privilegiadas de la automatización. Este fenómeno se registra sobre todo en los cinco países desarrollados que concentran casi el 75% de las instalaciones robóticas industriales a nivel mundial: Alemania, Corea, China, Japón y Estados Unidos.

A pesar de que las industrias operadas parcialmente por máquinas ya son un lugar común, el proceso parece haberse acelerado fuertemente desde la crisis financiera global. La venta promedio de robots industriales tuvo una tasa de crecimiento anual compuesta del

17% en el período 2010-2014, en comparación a una tasa del 3% durante el período 2004-2008. Es en este marco que otro tanto ocurre en materia de transporte: todos los medios, no importa si terrestres, aéreos o marítimos, tienden a automatizarse (Citi GPS: Global Perspectives & Solutions, 2016).

Pero la autonomía en los modos de transporte no afecta solo al empleo de millones de personas y a los costos o la seguridad vial. Los desafíos abiertos por la masificación de estas tecnologías ponen en jaque los sistemas aduaneros, migratorios y logísticos. ¿Cómo será el tráfico de bienes y personas que actualmente es regulado con impuestos y pasaportes? ¿Las megalópolis crecerán verticalmente concentrando más población o la facilidad para unir distancias expandirán los suburbios?

Quienes viajan al exterior con frecuencia aprovechan esa oportunidad

para adquirir bienes a menor costo: ropa, tecnología, bebidas y comidas envasadas. Si los autos que vuelan se masifican, cada vez más personas podrán adquirir esos bienes sin necesidad de importarlos, por lo que el transporte de cargas así como la regulación de aduanas tendrían que adaptarse. Será difícil cobrar impuestos si a cada kilómetro de frontera nacional se le suman millones de kilómetros de espacio aéreo. Algo similar sucede con las migraciones. Si trasladarse cientos de kilómetros, comunicarse con otras lenguas y contratar servicios es cada vez más accesible, ¿qué sucederá con los conceptos de migración y nacionalidad, o con el de hogar, como algo situado físicamente en unas coordenadas? Sin duda, el transporte autónomo ofrece nuevos desafíos para la integración y el comercio, y los países de América Latina deben estar preparados. ☁

## BIBLIOGRAFÍA

- Autor, D., Levy, F. y Murnane, R. 2003.** "The skill content of recent technological change: an empirical exploration". *Quarterly Journal of Economics*. 118 (4): 1279-1333.
- Barbero, J. 2007.** "Transporte verde". Revista Integración & Comercio 41, Eco Integración, INTAL, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bertoncello, M. y Wee, D. 2015.** "Ten ways autonomous driving could redefine the automotive world". McKinsey&Company. Junio.
- Cherry, S. 2013.** "The Job Market of 2045: What will we do when machines do all the work?". IEEE Spectrum's "Techwise Conversations". Entrevista a Moshe Vardi.
- Citi GPS: Global Perspectives & Solutions. 2016.** *Technology at Work v2.0: The future is not what it used to be*. Citigroup. Enero.
- Container transportation. 2016.** Fecha de consulta: 20 de abril. <http://www.container-transportation.com/>
- Driverless car market watch. 2017.** Fecha de consulta: 20 de abril. <http://www.driverless-future.com/>
- Drum, K. 2013.** "Welcome, Robot Overlords. Please Don't Fire Us?". *Mother Jones*. Mayo/junio 2013.
- FAZ.** "Bahn plant Züge ohne Lokführer". *Frankfurter Allgemeine Zeitung*. 6 de septiembre, 2016.
- Green, J.** "Driverless-Car Global Market Seen Reaching \$42 Billion by 2025". *Bloomberg Technology*. 8 de enero, 2015.
- Hobsbawm, E. 1952.** "The Machine Breakers". *Past and Present Society*. 1: 57-70.
- HyE.** "Informe Bloomberg: para el año 2022 está programada la revolución del coche eléctrico". Híbridos y eléctricos. 27 de febrero, 2016.
- InfoTechnology.** "Si un robot te saca el trabajo 'que te lo pague en impuestos', dice Bill Gates". 20 de febrero, 2017.

IEEE. "News Releases". 5 de septiembre, 2012.

**Kharpal, A.** "Elon Musk: Humans must merge with machines or become irrelevant in AI age". CNBC. 13 de febrero, 2017.

**Korosec, K.** "Autonomous Car Sales Will Hit 21 Million by 2035, IHS Says". *Fortune*. 7 de junio, 2016.

**Kors, J. 1998.** "La Propiedad Intelectual y la Ley de Confidencialidad". Congreso sobre Propiedad Intelectual: Cultura, Ciencia y Tecnología en la Universidad, Buenos Aires, agosto.

**La Nación.** "Autos, drones y ahora... barcos autónomos". 3 de mayo, 2016.

**Nevejan, N. 2016.** *European Civil Law Rules in Robotics*. Bruselas: Naciones Unidas.

**Organización Marítima Internacional. 2017.** Fecha de consulta: 20 de abril. <http://www.imo.org/>

**Pedreira, J.** "Llega el avión autónomo sin piloto". *El País*. 2 de enero, 2017.

**Pfeiffer, S. y Saphan, A. 2015.** "The Labouring Capacity Index: Living Labouring Capacity and Experience as Resources on the Road to Industry 4.0". Working Paper 2015 No. 2. University of Hohenheim.

**RT.** "Travel in a tube: Elon Musk's Hyperloop to start construction in 2016". 23 de agosto, 2015.

**Rubalcava, A.** "A Roadmap for a World Without Drivers". *Medium*. 26 de agosto, 2016.

**Sundararajan, A. 2016.** *The Sharing Economy: The End of Employment and the Rise of Crowd-Based Capitalism*. Massachusetts: MIT Press.

**Xataka. 2017.** Fecha de consulta: 20 de abril. <https://www.xataka.com/>

**Ziegler, C.** "BMW's insane car of the future replaces dashboards with augmented reality". *The Verge*. 7 de marzo, 2016.

# CIRUGÍA ROBÓTICA

## LA VANGUARDIA EN EL CUIDADO DE LA SALUD

Los servicios basados en conocimiento y el turismo médico son una fuente de divisas importantes para la región. En los últimos años, las nuevas tecnologías están creando una verdadera revolución en el cuidado de la salud y extendiendo la esperanza de vida de los seres humanos. En particular, la robótica abrió un nuevo capítulo con el desarrollo de aplicaciones de cirugía que permiten optimizar los resultados de intervenciones médicas y obtener una más rápida recuperación del paciente.

La cirugía robótica es un procedimiento mínimamente invasivo que permite al cirujano operar a través de un robot de cuatro brazos; cada uno de ellos tiene instrumentos miniaturizados que se introducen, a través de pequeñas incisiones, en la cavidad del paciente a tratar. Así se pueden efectuar complejas intervenciones quirúrgicas, con gran detalle y precisión, donde el cirujano controla en tiempo real los movimientos del robot.

En la vanguardia de esta técnica se

encuentra el sistema Da Vinci, diseñado por la empresa Intuitive Surgical originalmente como soporte para cirugías de baipás mínimamente invasivas, con el tiempo se extendió a otras especialidades y ya atraviesa su cuarta generación.

Esta herramienta curativa realiza movimientos completamente independientes una vez que han sido programados por un cirujano. Da Vinci es una plataforma ergonómica que introduce una interfaz informática y un sistema de visión 3D en alta definición entre los ojos del cirujano, las manos y las puntas de los microinstrumentos. Así, desde la terminal de control, el cirujano dirige de manera remota y en tiempo real los movimientos de este robot, cuyos cuatro brazos poseen los instrumentos de operación miniaturizados.

Algunos sanatorios y hospitales de América Latina ya han adquirido esta plataforma. Marcelo Orvieto, director del Programa de Cirugía Robótica de la Clínica Alemana de Santiago de Chile, asegura que la introducción de Da Vinci

# 98%

DE ALGUNAS INTERVENCIONES POR CÁNCER SE REALIZAN CON ASISTENCIA DE ROBOTS



ha permitido realizar operaciones menos invasivas.

### ¿Cuáles son los principales resultados que se obtienen de la plataforma Da Vinci?

El principal resultado ha sido la expansión del uso de técnicas mínimamente invasivas en procedimientos que solo se realizaban por vía abierta. Un ejemplo es la cirugía por cáncer de próstata, también llamada prostatectomía radical. En la Clínica Alemana, a cuatro años de iniciado el Programa de Cirugía Robótica, el 98% de estos casos se realiza con asistencia robótica. No cabe duda de que la adecuada implementación de nuevas tecnologías trae consigo desafíos, pero existe una curva de aprendizaje necesaria. Y es fundamental asegurar que los riesgos inherentes a una curva de aprendizaje no se traspasen a los pacientes beneficiados. En la Clínica Alemana, el programa robótico se inició a fines de 2012 e incluyó la incorporación de un cirujano urólogo con más de diez años de experiencia utilizando esta tecnología en el extranjero. De esta manera, minimizamos los riesgos iniciales relacionados con la falta de experiencia del uso de la máquina. Además, se instauró un programa de entrenamiento continuo, para expandir rápidamente el uso de esta tecnología a otros cirujanos, en diversas especialidades. Actualmente se utiliza la cirugía robótica en urología de adultos

e infantil, ginecología, cirugía de cara y cuello y cirugía general.

### ¿Cómo se capacitan los médicos para emplear técnicas de robótica?

Para lograr resultados adecuados utilizando la plataforma de cirugía robótica es fundamental implementar un plan de entrenamiento. A medida que los cirujanos entrenados cumplían con las metas establecidas en el programa de capacitación, se les entregaba progresivamente mayor autonomía.

### ¿Cuáles son las ventajas para los pacientes?

La cirugía robótica entrega los beneficios de la cirugía mínimamente invasiva a los pacientes; es decir, menor sangrado y dolor perioperatorio, así como mejor cosmesis, lo cual se traduce en una convalecencia más corta de los pacientes y la reincorporación más rápida a sus actividades habituales. Además, logra la adecuada experiencia quirúrgica, la cirugía robótica logra beneficios en casos en los que se requiere de gran precisión para preservar tejidos nobles o bien lograr realizar movimientos muy finos en espacios reducidos, como por ejemplo en la cirugía urológica infantil, entre otras. ☁️



# CO MERC CIO 4.0


La Cuarta Revolución Industrial plantea el desafío de adecuar la agenda de negociaciones comerciales a la nueva realidad tecnológica.

ANÁLISIS

# El salto de productividad



Andres Cadena, Susan Lund,  
Jacques Bughin y James Manyika<sup>1</sup>  
McKinsey Global Institute

.....  .....

No se trata solo de prever el futuro,  
sino de hacerlo posible.

Antoine de Saint-Exupéry

.....

ESTA INVESTIGACIÓN ANALIZA LAS IMPLICANCIAS DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCTIVIDAD Y EL EMPLEO EN AMÉRICA LATINA. SE PONE EL FOCO, ENTRE OTROS TEMAS, EN LA CONTRIBUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA PARA REDUCIR LA INFORMALIDAD Y LAS CONSECUENCIAS DE ESTA DISMINUCIÓN PARA EL CONJUNTO DE LA ECONOMÍA. TAMBIÉN SE EXAMINA CÓMO PUEDEN LOS GOBIERNOS Y LAS EMPRESAS APROVECHAR MEJOR SU POTENCIAL PARA ASEGURARSE EL MÁXIMO BENEFICIO DEL INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD, AL TIEMPO QUE HACEN FRENTE A LOS DESAFÍOS QUE CONLLEVA LA NUEVA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA.

Estamos en la cresta de una nueva ola de automatización. Las nuevas tecnologías, incluidas la robótica, la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático, cada vez muestran más posibilidades de llevar a cabo no solo actividades físicas, sino también aquellas que incluyen capacidades cognitivas, desde la lectura de labios hasta la conducción de vehículos. Estos adelantos tecnológicos, sumados a una mayor digitalización y a la difusión de los datos y las tecnologías analíticas, ya están potenciando de manera extraordinaria el rendimiento de las empresas globales y mantienen la promesa de impulsar la productividad de las economías nacionales en los distintos países del mundo.

Este artículo se basa en las investigaciones llevadas a cabo por el McKinsey Global Institute acerca de los desafíos y oportunidades en materia de productividad y empleo que enfrenta América Latina en una era de cambio tecnológico acelerado. Está compuesto por cuatro secciones. La primera se centra en cuestiones de larga data relacionadas con la productividad en la región, que se verán exacerbadas por las tendencias demográficas. La segunda sección examina hasta qué punto las tecnologías digitales y la automatización podrían brindar soluciones para algunos de estos desafíos de productividad, por medio del fortalecimiento del crecimiento en un período

de cambios demográficos. La tercera sección discute las implicancias de estas tecnologías para el empleo. Finalmente, en las conclusiones se discuten los desafíos clave en materia laboral, social y económica que los líderes de América Latina tendrán que enfrentar para asegurarse de que la región se beneficie al máximo de las mejoras en la productividad que la evolución de las tecnologías podría permitir.

## DESAFÍOS EN LA ERA DE LA ACELERACIÓN

En todo el mundo, en países que abarcan desde China hasta Alemania y a lo largo de América Latina, la disminución de los índices de fertilidad y el envejecimiento de la población plantean un desafío considerable para el crecimiento económico futuro. A lo largo de los últimos 50 años, la economía global se multiplicó por seis, mientras que la población mundial y el ingreso per cápita crecieron a una velocidad sin precedentes. La población mundial creció a más del doble, mientras que el ingreso promedio per cápita prácticamente se triplicó y alcanzó unos US\$ 13.000 a paridad de poder adquisitivo de 2012 (McKinsey Global Institute, 2015a). Dos factores motorizaron este crecimiento vertiginoso del PIB: una fuerza laboral

en rápida expansión y el incremento de la productividad del trabajo. Cada una dio cuenta de aproximadamente la mitad del crecimiento del PIB mundial, pero para los próximos 50 años, se anticipa un panorama muy distinto. El “dividendo demográfico” que ayudó a impulsar el crecimiento global en la última mitad del siglo ha llegado a su fin, y el tamaño de la población en edad activa ha empezado a declinar en muchos países. Este hecho reducirá el crecimiento del PIB global un 40%, a menos que el crecimiento de la productividad se acelere y acorte la brecha. Impulsar la productividad será esencial si se pretende que el estándar de vida continúe aumentando.

América Latina no es una excepción a esta tendencia y, de hecho, es probable que se vea particularmente afectada, debido a que el crecimiento del PIB que se produjo en el pasado se debió más al aumento del empleo que al de la productividad. A lo largo de los últimos 15 años, el crecimiento promedio del PIB en la región fue de aproximadamente un 3% por año, más de lo que crecieron la mayoría de las economías avanzadas, pero muy por debajo del crecimiento de las economías emergentes. El crecimiento a lo largo de la región no fue uniforme. Bolivia, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Panamá y Perú mostraron las tasas de crecimiento del PIB más fuertes, con niveles de entre un 4,2% y un 6,5%; mientras que el crecimiento registrado en México y Brasil –las dos economías más grandes– fue considerablemente menor, con tasas de crecimiento acumulado de entre el 2,7% y



**80%**  
DEL CRECIMIENTO DE LA REGIÓN FUE POR UN INCREMENTO EN EL EMPLEO

el 2,2%, respectivamente. Independientemente del comportamiento del crecimiento en cada país, las economías de toda la región comparten un rasgo común: casi el 80% del crecimiento total del PIB fue producto del incremento de los niveles de empleo y no de incrementos de productividad, que dieron cuenta del 20% restante (The Conference Board, 2016) (gráfico 1).

De hecho, en la región, el crecimiento del producto por trabajador desde 2010 solo alcanzó el 0,4% por año, uno de los niveles más bajos del mundo (gráfico 2). México, Argentina y Brasil son las economías de la región donde este fenómeno se produjo de un modo más marcado, ya que el empleo aportó entre un 80% y un 90% del crecimiento total del PIB. Esto está muy por debajo del promedio de los últimos 50 años en los países del G19 más Nigeria, donde el crecimiento de la fuerza de trabajo dio cuenta de un 48% del crecimiento del PIB en el período, mientras que el crecimiento de la productividad generó el 52% restante (McKinsey Global Institute, 2015a).

En el futuro, ni América Latina ni ningún otro lugar de la

economía mundial podrán ya descansar en que el crecimiento de la población y el empleo motoricen el crecimiento del PIB con la misma intensidad que en el pasado. La caída de las tasas de fertilidad pondrá fin al ciclo del crecimiento impulsado por el empleo, y la productividad pasará a ser la clave para el crecimiento y la prosperidad en el futuro. Los nacimientos por mujer en la región disminuyeron de más de 3,6 en 1985 a 2,1 en la actualidad y se espera que sigan cayendo y lleguen a apenas 1,8 antes de 2030 (ONU, 2015).

Esta disminución de los índices de fertilidad tendrá enormes implicancias para las perspectivas de crecimiento de la región. El crecimiento del empleo por sí mismo solo podrá generar 1,1 puntos porcentuales de crecimiento del PIB a lo largo de los próximos 15 años, a menos que se produzcan cambios significativos en el mercado de trabajo. Esto ni siquiera llega a la mitad de lo que aportó durante los últimos 15 años. Este declive tendrá un efecto desproporcionado en las economías más grandes, como Brasil, Colombia y Argentina, dada la combinación de una alta dependencia del crecimiento del empleo y una importante caída de los índices de fertilidad. Estimamos que el crecimiento de estos países podría reducirse a la mitad si no se genera un incremento de la productividad a lo largo de los próximos años y las condiciones del mercado laboral se mantienen estables (The Conference Board, 2016; ONU, 2015).

En estas circunstancias, una aceleración del crecimiento de la productividad en la región sería fundamental para que los latinoamericanos puedan alcanzar sus



aspiraciones de crecimiento. Abrazar las tecnologías digitales y la automatización podría ayudar a salvar la brecha de crecimiento económico que se abre en la región a raíz de los cambios demográficos que se producen. ¿Qué tan importante puede ser ese salto tecnológico y qué tan pronto puede ocurrir?

### CÓMO GANAR PRODUCTIVIDAD

Los avances vertiginosos producidos en las tecnologías de la información, la internet y los datos y capacidades analíticas reformaron de un modo fundamental el escenario empresarial de los últimos años, aunque la adopción de estos adelantos por parte de las distintas empresas, sectores y economías fue desigual. Las empresas con capacidades digitales avanzadas intensificaron sus niveles de crecimiento y participación en el mercado, mejoraron sus márgenes de ganancias tres veces más rápido que el promedio y, con frecuencia, fueron los innovadores más ágiles y se convirtieron en disruptores dentro y fuera de sus sectores. Se trata de las empresas que operan en la frontera digital, las primeras que adoptan las aplicaciones de vanguardia y que expanden los límites de sus usos.

Hay divergencias tanto dentro de los sectores como entre estos. En Estados Unidos, el sector de tecnologías informáticas y de comunicaciones (TIC), los medios, los servicios financieros y los servicios profesionales llevan la delantera; mientras que los servicios públicos, la minería y las manufacturas, entre otros, se encuentran en los

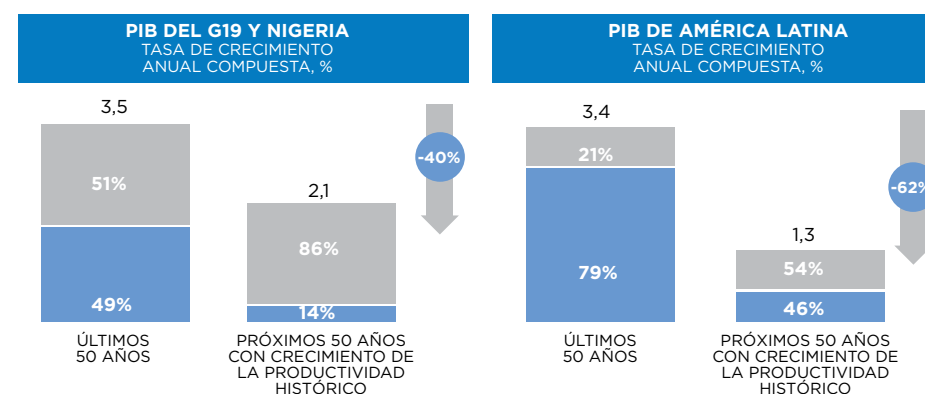
estadios más tempranos de la digitalización. Estas discrepancias también se encuentran entre países. La economía estadounidense en su conjunto apenas explota el 18% de su potencial digital, pero de todos modos se ubica por encima de los países europeos, donde el promedio es del 12%. América Latina está aún más rezagada, ya que los países de la región capturan menos del 10% de su potencial digital (McKinsey Global Institute, 2015d).

Actualmente se vislumbra una nueva frontera tecnológica: la automatización. Algunas empresas ya están empezando a desplegar tecnologías de robótica avanzada e inteligencia artificial, mientras que otras aún están en la fase de pruebas beta. Por ejemplo, Amazon está empezando a enviar paquetes por dron y presentó un supermercado sin cajas ni cajeros, mientras que UPS utiliza inteligencia artificial para optimizar la planificación de sus rutas. El reconocimiento facial del *software* de Facebook ya puede comparar dos fotos y determinar, con un 97% de exactitud, si son de la misma persona.

6%  
APROVECHA AMÉRICA LATINA DE SU POTENCIAL DIGITAL

Estos adelantos son el resultado de avances importantes en el campo de la robótica y la inteligencia artificial. Los robots físicos existen desde hace mucho tiempo en la fabricación de manufacturas, pero ahora estamos viendo robots más flexibles, más seguros y menos costosos que empiezan a desempeñar actividades de servicios y que mejoran con el tiempo, a medida que son entrenados por compañeros de trabajo humanos en el terreno. La inteligencia artificial está empezando a incursionar en actividades cognitivas de las que anteriormente se suponía que exigían el análisis y la experiencia del ser humano. Por ejemplo, en 2016, DeepMind de Google y la Universidad de Oxford

GRÁFICO 1  
EL ENVEJECIMIENTO GLOBAL DESACELERARÁ EL CRECIMIENTO DEL PIB DURANTE LOS PRÓXIMOS 50 AÑOS, CON UN EFECTO DESPROPORCIONADO EN AMÉRICA LATINA



Fuente: Perspectivas de la Población Mundial de la ONU, Oxford Economics, OIT, análisis del McKinsey Global Institute.

aplicaron el aprendizaje profundo a un enorme conjunto de datos de programas de la BBC para crear un sistema de lectura de labios que lograra resultados más precisos que los de un lector de labios profesional.

Los adelantos técnicos en la robótica y la inteligencia artificial presagian un incremento significativo de la automatización en los próximos años, a nivel mundial. En general, estimamos que cerca de la mitad de las actividades llevadas a cabo en la economía mundial por las cuales las personas reciben un pago de aproximadamente US\$ 15 billones son potencialmente automatizables si se adaptan las tecnologías ya comprobadas. Todos los sectores se verán afectados. En los siete países latinoamericanos incluidos en nuestro estudio –Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Perú– este potencial podría estar asociado con más de 75 millones de equivalentes a tiempo completo y salarios por un total de casi US\$ 1 billón (McKinsey Global Institute, 2017a). Las actividades que son altamente automatizables incluyen aquellas actividades físicas predecibles –especialmente preponderantes en áreas clave de la economía latinoamericana, como las actividades manufactureras, el comercio minorista, la minería y la agricultura–, así como la recopilación y procesamiento de datos, que afectan a todo el espectro de sectores, niveles de capacitación y salarios.

Si bien la automatización puede tener serias implicancias para el empleo, también tiene el potencial de impulsar el crecimiento de la productividad y compensar los cambios demográficos sobre los que hicimos hincapié en la primera sección. En general, estimamos que la automatización podría elevar la productividad de la economía mundial entre el 0,8% y el 1,4% del PIB anual, si suponemos que el trabajo humano reemplazado por la automatización se vuelve a

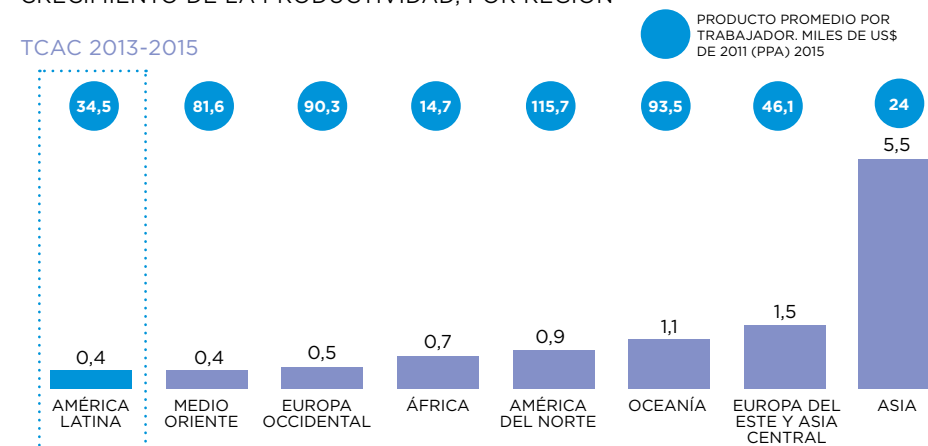
incorporar a la fuerza de trabajo y es tan productivo como lo era en el 2014.

El aumento de la productividad debido a la automatización tendrá distintas implicancias en cada región y país, según cual sea su situación demográfica y sus aspiraciones de crecimiento. En los casos de Argentina y Brasil, que enfrentan una brecha de crecimiento económico a causa de la desaceleración del crecimiento de su población en edad activa o la disminución proyectada de dicha población, la automatización apenas puede brindar la inyección de productividad necesaria para mantener el nivel actual de PIB per cápita. No obstante, para poder alcanzar una trayectoria de crecimiento más a la medida de sus aspiraciones de desarrollo, estos países necesitarían complementar la automatización con fuentes adicionales de productividad, como la transformación de algunos procesos, y así se beneficiarían de la adopción más rápida de la automatización. En el caso de México, cuya población es más joven, para sostener el nivel de desarrollo económico, sería necesario incluso adoptar medidas adicionales –además de la automatización– que eleven la productividad. Sin embargo, la automatización producirá un salto que será de mucha ayuda.

El gráfico 3 resalta nuestro escenario para Brasil, que es bastante representativo de la situación en América Latina. Pone de relieve la brecha de crecimiento económico causada por las tendencias demográficas y qué se necesita que ocurra para que Brasil mantenga el moderado crecimiento actual de su PIB per cápita o incremente su PIB a un nivel acorde con sus aspiraciones de desarrollo.

El simple hecho de que exista potencial técnico para automatizar las tareas en el lugar de trabajo no implica necesariamente que esto se vaya a poner en práctica en el futuro inmediato. Hay otros factores que también tienen una

GRÁFICO 2  
EL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN AMÉRICA LATINA A LO LARGO DE LOS ÚLTIMOS 50 AÑOS FUE DÉBIL COMPARADO CON EL DE OTRAS REGIONES  
CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD, POR REGIÓN



Fuente: Conference Total Economy Database 2016, análisis del McKinsey Global Institute.

influencia sobre la velocidad y el alcance de la adopción de tecnología y que pueden ser muy desiguales, como los costos de los programas y equipos, la dinámica del mercado de trabajo y la aceptación social y del marco legal para dicha adopción. Por ejemplo, en las economías latinoamericanas, los niveles salariales relativamente bajos y las cuestiones relacionadas con el mercado de trabajo que discutiremos en la próxima sección pueden determinar que, en algunos sectores, tenga que transcurrir mucho más tiempo para que la automatización tenga una justificación económica que en algunas economías avanzadas, donde los salarios son mayores y las condiciones de empleo, más propicias.

### TECNOLOGÍA Y MERCADO DE TRABAJO

¿Qué implicancias tendrá la automatización para el empleo y el futuro del trabajo? Esta es una pregunta muy

común –y motivo de ansiedad– en relación con la innovación tecnológica que se remonta a, por lo menos, 200 años atrás, desde que los trabajadores textiles luditas de Nottingham (Inglaterra) rompieron los telares automáticos que se habían instalado en sus fábricas en 1811. En 1858, Karl Marx emitió la sombría advertencia de que las máquinas surgían como un nuevo medio de producción. En 1933, John Maynard Keynes describió “una nueva enfermedad”: el desarrollo rápido de la innovación que superaba con creces la velocidad con la cual podían crearse nuevos puestos de trabajo.

La historia ha demostrado que estos temores eran, en gran medida, infundados. Si bien la innovación tecnológica causó desplazamientos en el mercado de trabajo –y, en ocasiones, ajustes conflictivos–, en el largo plazo, creó muchos más trabajos de los que destruyó. En muchas economías alrededor del mundo, el crecimiento de la productividad impulsado por la tecnología estu-

70%

ELIGE EL TRABAJO INDEPENDIENTE COMO FORMA DE GANARSE LA VIDA

vo acompañado por un crecimiento del empleo (aunque muchas veces este se produjo en otros sectores de la economía).

Aún no queda claro si la ola de automatización en ciernes, motorizada por la robótica y la IA, tendrá una escala similar a la de los avances tecnológicos del pasado o si causará desplazamientos aún mayores (ver Autor, 2015). El desplazamiento de la agricultura propiciado por la tecnología en los países desarrollados en el siglo xx desencadenó una transformación sin precedentes de la fuerza de trabajo. En Estados Unidos, por ejemplo, en aproximadamente 70 años, el empleo agrícola pasó de representar cerca de un 40% de la fuerza de trabajo del país a menos del 5%. Estos desplazamientos estuvieron acompañados por la creación de nuevos tipos de empleo, que no estaban previstos hasta ese momento. En los últimos años, las nuevas ocupaciones –como los desarrolladores de aplicaciones o los técnicos especializados en resonancias magnéticas– reemplazaron a otras ocupaciones que se volvieron obsoletas –como la de telefonista–. ¿Pueden ser diferentes las cosas esta vez, ya que entramos en una nueva era de automatización?

En general, hallamos que menos del 5% de todas las ocupaciones pueden automatizarse por completo usando las tecnologías de automatización del presente (en nuestra investigación, nos centramos en actividades individuales más que en las ocupaciones integrales,

porque cada ocupación está compuesta por una serie de actividades que tienen distintos requisitos de automatización). Sin embargo, casi todas las ocupaciones cambiarán: el 60% del total de las ocupaciones tiene cerca de un 30% de actividades que podrían automatizarse (gráfico 4). Esto afectará a todos, desde los soldados hasta los paisajistas, pasando por los corredores hipotecarios y los altos ejecutivos; estimamos que, actualmente, estos trabajadores dedican aproximadamente un 25% de su tiempo a actividades que podrían hacer las máquinas, como analizar informes y datos para dar sostén a la toma de decisiones o revisar informes de situación.

A medida que los procesos se transforman por la automatización de las actividades individuales, necesitamos pensar más en la reconversión a gran escala de la fuerza de trabajo que en el desempleo e, incluso, en las competencias que tendrá que tener la fuerza de trabajo del mañana. Estas competencias incluirán una interacción mucho más estrecha entre los humanos y las máquinas en el lugar de trabajo. Algunas formas de automatización tendrán un sesgo de capacitación y tenderán a incrementar la productividad de los trabajadores altamente calificados, incluso a medida que se reduce la demanda de ocupaciones de menor grado de calificación y más rutinarias, como los archiveros o los trabajadores de la línea de montaje. Hay otro tipo de automatización que afectó de manera desproporcionada a los trabajadores de calificación media. A medida que el desarrollo de la tecnología haga más propensas a la automatización aquellas actividades en las que intervienen trabajadores tanto de calificación baja como de calificación alta, estos efectos de polarización podrían reducirse (Autor y Dorn, 2013).

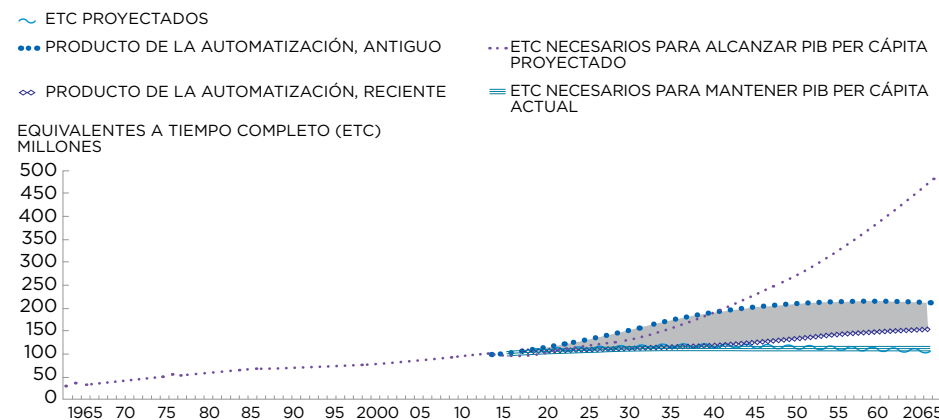
La tecnología también puede ofrecer soluciones para los mercados de

trabajo. Quizás esto sea más evidente en el surgimiento de las poderosas plataformas del mercado de trabajo en línea, que día a día mejoran el hallazgo de coincidencias entre las personas mejor capacitadas para cada puesto. Dichas plataformas están en plena expansión a nivel mundial, y también en América Latina. Consideremos que 60 millones de individuos a lo largo de la región tienen perfiles en LinkedIn, lo cual permite crear más transparencia y detalle acerca de su experiencia y competencias para potenciales empleadores. De hecho, Monster.com y otros sitios web similares se encargan de buscar coincidencias entre individuos y puestos de trabajo apropiados.

Las nuevas plataformas en línea de la “economía *gig*” (o de los pequeños encargos) o de la “economía colaborativa”

están dando lugar a nuevas formas de trabajo. Uber, TaskRabbit, UpWork, Etsy, eBay y Airbnb son ejemplos de plataformas que conectan a los compradores con los vendedores, creando así, a lo largo de este proceso, nuevos mercados de trabajo. Según las investigaciones de MGI Research, entre un 20% y un 30% de la población en edad activa en Estados Unidos y la Unión Europea realiza trabajos de manera independiente, fuera del esquema tradicional de relación de dependencia (McKinsey Global Institute, 2016b). Apenas algo más de la mitad de estas personas utilizan su trabajo independiente como fuente de ingreso complementario y tienen, además, trabajos tradicionales o son estudiantes, jubilados o cuidadores. En el caso de los trabajadores independientes que utilizan plataformas digitales

GRÁFICO 3 AUTOMATIZACIÓN Y PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO PARA BRASIL



Nota: El escenario del “PIB per cápita proyectado” para Brasil utiliza proyecciones del modelo de crecimiento global de McKinsey, con una tasa de crecimiento anual compuesta del PIB (TCAC) para 2015-2065 del 3,3%, que da como resultado una TCAC de la productividad del 3,2%. El escenario de “mantenimiento del PIB per cápita actual” supone que el PIB crecerá a igual tasa que la población (TCAC del 0,2% para 2015-2065), lo cual arroja una TCAC de la productividad del 0,1%. Fuente: Conference Board Total Economy Database, Organización Internacional del Trabajo, División de Población de las Naciones Unidas, análisis del McKinsey Global Institute.



para encontrar clientes, lo más probable es que su trabajo independiente sea la principal fuente de ingresos del hogar. Asimismo, el trabajo independiente parece mejorar el bienestar: el 70% elige este tipo de trabajo como su forma preferida de ganarse la vida y manifiestan mayores niveles de satisfacción en 12 de los 14 parámetros para evaluar la relación entre la vida profesional y personal, que no solo incluyen la flexibilidad de las horas de trabajo y el control sobre sus propias actividades, sino también la seguridad de sus ingresos. Si bien dichas plataformas aún no han alcanzado un gran tamaño, su rápido crecimiento podría permitir una transformación fundamental de los mercados de trabajo en la era digital.

Las plataformas del mercado de trabajo en línea pueden aportar transparencia y eficiencia a los mercados laborales y, potencialmente, aumentar el PIB. Pueden incrementar la participación del trabajo y las horas trabajadas; la evidencia recopilada alrededor del

mundo sugiere que algunas personas trabajarían más horas si pudieran hacerlo. Con sus poderosas capacidades de búsqueda y sus sofisticados algoritmos de filtrado de datos, las plataformas de talento en línea también pueden acelerar los procesos de contratación y disminuir el tiempo que tardan los individuos en conseguir un nuevo empleo tras haber dejado otro, lo cual reduciría el desempleo. Al agregar datos sobre candidatos y puestos de trabajo disponibles en todos los países o regiones, pueden resolver algunos desencuentros geográficos y permitir coincidencias que, de otro modo, no se hubiesen producido. Finalmente, las plataformas de talento en línea ayudan a que la persona indicada ocupe el puesto de trabajo apropiado, por lo que incrementan su productividad y, al mismo tiempo, su satisfacción en el trabajo. Pueden atraer a quienes realizan trabajos informales al empleo formal, especialmente en las economías emergentes. Estimamos que dichas plataformas podrían in-

crementar el PIB mundial en casi un 3% a lo largo de los próximos diez años y mejorar los resultados del mercado de trabajo para 540 millones de personas alrededor del mundo (McKinsey Global Institute, 2015b).

términos de reducción de costos al eludir impuestos y reglamentaciones contribuyen a que las empresas informales les quiten participación en el mercado a sus competidores formales, más productivos y de mayor tamaño.

**Aprovechar la tecnología digital puede ayudar a mejorar el cumplimiento de las obligaciones fiscales y reducir la informalidad.**

El uso extendido de los teléfonos celulares ofrece un canal para realizar pagos electrónicos que puede ser conveniente y económico, tanto para los individuos como para las empresas. Y, a diferencia del efectivo, los pagos electrónicos dejan un rastro que se puede monitorear. Por medio de analíticas de macrodatos (*big data*) para detectar la evasión tributaria, los gobiernos tienen nuevas y poderosas herramientas que pueden permitirles mejorar drásticamente el cumplimiento de las obligaciones fiscales y otras reglamentaciones, así como formalizar la economía informal (ver Lund, White y Lamb, 2017).

**Mejorar las habilidades exigirá un nuevo enfoque.**

Las lagunas existentes en las calificaciones constituyen una restricción para las empresas latinoamericanas y plantea un gran desafío para los jóvenes que se gradúan y buscan empleo. Más de la mitad de los jóvenes latinoamericanos de 15 años no cuentan con las competencias básicas que exige el mercado de trabajo (BID y CIMA, 2016). El acceso a dichos conocimientos y su calidad presentan disparidades enormes en comparación con lo que ocurre en las economías desarrolladas. Los índices de matriculación educativa siguen siendo bajos, con apenas un 74% de los alumnos inscriptos en la educación secundaria, muy por debajo del 91% promedio que muestran los países de la OCDE. En los exámenes internacionales, los latinoamericanos también muestran un desempeño más

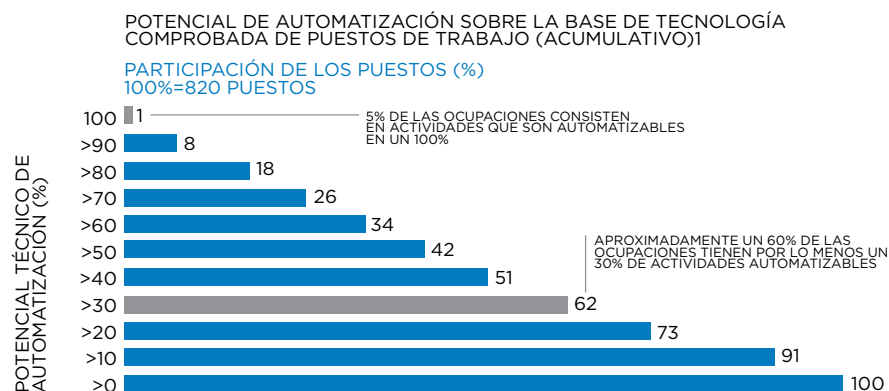
**UNA OPORTUNIDAD PARA LA REGIÓN**

Para aprovechar las oportunidades generadas por la mayor digitalización y automatización y por las plataformas digitales, que pueden transformar los mercados de trabajo, será necesario superar diversas barreras que afectan a América Latina, a saber:

**La enorme economía informal, cuya digitalización probablemente sea más lenta.**

El tamaño de la economía informal en América Latina puede actuar como un freno a la adopción de tecnología en la región. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) estima que el empleo informal afecta a aproximadamente 130 millones de trabajadores en América Latina y el Caribe, de los cuales al menos 27 millones son jóvenes, y representa casi la mitad del empleo no agrícola. Su incidencia varía entre los países de la región (desde un 30% en Costa Rica hasta más del 70% en Guatemala). Seis de cada diez puestos de trabajo disponibles para los jóvenes de la región pertenecen a la economía informal. En general, se trata de trabajos de baja calidad, baja productividad y que ofrecen salarios bajos (OIT, 2012, 2015). La informalidad también constituye un obstáculo importante para adoptar innovaciones y mejorar la productividad en general. Los fuertes incentivos y la dinámica que atan a las empresas a la economía gris las mantienen operando por debajo de la escala y la productividad que podrían alcanzar, mientras que las ventajas en

GRÁFICO 4  
**SI BIEN POCAS OCUPACIONES SON TOTALMENTE AUTOMATIZABLES, EL 60% DE ESTAS TIENEN AL MENOS UN 30% DE ACTIVIDADES TÉCNICAMENTE AUTOMATIZABLES**



Nota: 1. Definimos el potencial de automatización como las tareas laborales que se pueden automatizar adaptando tecnologías actualmente comprobadas. Sobre la base de datos de EE.UU. Fuente: Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos, análisis del McKinsey Global Institute.

pobre; por ejemplo, menos del 2% de las notas más altas en matemática corresponde a alumnos de la región, mientras que un 13% de los mejores son oriundos de los países de la OCDE. Los países de América Latina necesitarán desarrollar sistemas educativos más fuertes y especializados, basados en las competencias, e implementar al mismo tiempo intervenciones puntuales destinadas a fortalecer el acceso a la educación y su calidad. Las políticas basadas en las competencias también deberán centrarse en las cuestiones que están del lado de la demanda, a fin de fortalecer los vínculos entre el sistema educativo y el mercado de trabajo.

**La participación de las mujeres en el mercado de trabajo es relativamente baja.** América Latina está perdiendo la oportunidad de aprovechar una productividad potencial considerable debido a la escasa participación de las mujeres en el mercado de trabajo. El índice de participación femenina es aproximadamente dos tercios del de los hombres, es decir, muy por debajo de los niveles de América del Norte, Europa Occidental y Oriental y también de aquellos observados en China y en el Este y Sudeste Asiático (McKinsey Global Institute, 2015c). Algunos países están avanzando hacia la igualdad de género a un ritmo más acelerado que otros; no obstante, los datos de la OIT sugieren que Chile está cerrando la brecha de género en la participación en la fuerza de trabajo, mientras que Ecuador

está expulsando a las mujeres de la agricultura más rápido que otros países. Si América Latina desea cerrar la brecha de crecimiento económico que se abre producto del cambio demográfico, necesitará la mayor participación posible en la fuerza de trabajo para asegurar la prosperidad futura, incluso en la nueva era de automatización.

**Será necesario fomentar la inversión y la innovación.** Los países de América Latina se encuentran rezagados en cuanto al desempeño de la innovación, no solo en comparación con los países desarrollados, sino también con respecto a otras economías emergentes de otras regiones. Por ejemplo, la región invierte aproximadamente el 0,8% del PIB en actividades de investigación y desarrollo, mientras que en los países de la OCDE este porcentaje se ubica cerca del 2,4% y, en China, alcanza el 1,8% (Banco Mundial, 2017). El acceso al capital es una restricción limitante para la adopción de innovaciones. La imposibilidad de acceder al crédito y los costos de endeudamiento altos son obstáculos muy pesados para el crecimiento de las medianas empresas, que pueden crear nuevos puestos de trabajo e innovar. Los gobiernos y el sector privado –tanto los bancos como las grandes corporaciones– pueden ser de gran ayuda. Las reformas financieras deberían incluir el fortalecimiento del apoyo a los acreedores, a fin de fomentar las actividades de préstamo, por ejemplo, mejorando los procesos de recuperación de las garantías. Los gobiernos también pueden impulsar la mejora de los informes crediticios. Los bancos, asimismo, pueden ayudar a “hacer crecer” a las empresas, proporcionándoles inicialmente créditos pequeños y manteniéndolos en sus carteras de clientes a medida que progresan y necesitan servicios adicionales. Dichas instituciones bancarias también

pueden modernizar sus procesos para el otorgamiento de préstamos, utilizando analíticas de datos y nuevas formas no convencionales de manejo de la información, que se pueden emplear para evaluar la capacidad crediticia. Las empresas grandes que tienen acceso al capital a bajo costo pueden ayudar a financiar empresas más pequeñas directamente, por ejemplo, ofreciéndoles financiamiento para la compra de equipos o tecnología. Hay margen para que las soluciones innovadoras promuevan los préstamos y cierren la brecha crediticia, como hizo Alibaba en China. La inclusión financiera sigue siendo una prioridad, ya que el 48% de los latinoamericanos no tienen acceso a los servicios financieros. En el largo plazo, en economías como la mexicana y la brasileña, los servicios financieros digitales tienen potencial para impulsar un crecimiento de entre el 5% y el 6% del PIB, a través de incrementos de productividad, niveles de inversión y número de puestos de trabajo (McKinsey Global Institute, 2016a).

Los grandes avances tecnológicos y el aumento de la digitalización y de

las analíticas de datos marcan un punto de inflexión para la economía mundial, que resulta particularmente relevante y significativo para los países de América Latina. Las tendencias demográficas de la región implican que la era del crecimiento impulsado por el empleo de la población ha llegado su fin. Si los países de la región desean alcanzar el crecimiento de más largo plazo al que aspiran sus pueblos, y del cual dependerá, en gran medida, su desarrollo social, un nuevo imperativo de productividad se avecina de un modo ineludible. La adopción de tecnologías, especialmente de aquellas que marcarán el comienzo de una nueva era de automatización en la región, es compleja desde el punto de vista operativo y plantea serios interrogantes acerca del empleo y de las competencias, que tanto los gobiernos como las empresas deberán responder. Sin embargo, América Latina está sumamente interesada en abrazar las oportunidades y aprovechar el potencial de crecimiento que ofrecen estas tecnologías, como forma de asegurarse la prosperidad hacia el futuro. ☁

**NOTAS**

<sup>1</sup> Los autores desean expresar su reconocimiento a los muchos colegas cuyo trabajo contribuyó para escribir

el presente artículo, en particular, a Michael Chui, Sree Ramaswamy y Jaana Remes.

**BIBLIOGRAFÍA**

**Autor, D. 2015.** “Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation”. *Journal of Economic Perspectives*. 29 (3): 3-30.

**Autor, D. y Dorn, D. 2013.** “The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market”. *American Economic Review*. 103 (5): 1553-1597.

**Banco Mundial. 2017.** Indicadores del Desarrollo Mundial.

**BID y CIMA. 2016.** *Pisa: América Latina y Caribe*. BID y CIMA.

**Keynes, J. M. 1933.** “Economic possibilities for our grandchildren”. En: *Essays in Persuasion*.

**Lund, S., White, O. y Lamb, J. 2017.** *Digital finance for governments: The \$110 billion opportunity*. Fondo Monetario Internacional, de próxima publicación.

**Marx, K. 1858.** *Grundrisse: Foundations of the critique of political economy*.

**McKinsey Global Institute. 2015a.** *Global growth: Can productivity save the day in an aging world?*. McKinsey Global Institute, enero de 2015.

—, **2015b.** *A labor market that works: Connecting talent and opportunity in the digital age*. McKinsey Global Insti-

tute, junio de 2015.

—, **2015c.** *The power of parity: How advancing women's equality can add \$12 trillion to global growth*. McKinsey Global Institute, septiembre de 2015.

—, **2015d.** *Digital America: A tale of the haves and the have-mores*. McKinsey Global Institute, diciembre de 2015.

—, **2016a.** *Digital finance for all: Powering inclusive growth in emerging economies*. McKinsey Global Institute, septiembre de 2016.

—, **2016b.** *Independent work: Choice, necessity, and the gig economy*. McKinsey Global Institute, octubre de 2016.

—, **2017a.** *A future that works: Automation, employment, and productivity*. McKinsey Global Institute, enero de 2017.

**OIT. 2012.** *Statistical update on employment in the informal economy*. OIT.

—, **2017b.** *Where will Latin America's growth come from?* MGI, Abril 2017.

—, **2015.** *27 million Latin American and Caribbean youth in the informal economy*. OIT.

**ONU. 2015.** *Perspectivas de la Población Mundial*. Nueva York: ONU.

**The Conference Board. 2016.** Total Economy Database.

0,8%  
 INVIERTE LA REGIÓN  
 EN I+D, TRES VECES  
 MENOS QUE EL  
 PROMEDIO DE LA OCDE

# Competitividad

y cadenas  
globales  
de valor



Procuramos más ser padres de nuestro  
porvenir que hijos de nuestro pasado.

Miguel de Unamuno

LOS INVESTIGADORES GENERALMENTE EXAMINAN LA COMPETITIVIDAD DE LAS INDUSTRIAS Y LOS PAÍSES SOBRE LA BASE DE LA PARTICIPACIÓN DE LAS EXPORTACIONES. DICHA MEDIDA VA QUEDANDO OBSOLETA DEBIDO AL AUMENTO DE LA FRAGMENTACIÓN INTERNACIONAL DE LA PRODUCCIÓN, LA AUTOMATIZACIÓN Y EL SURGIMIENTO DE NUEVAS CADENAS GLOBALES DE VALOR. ESTE ARTÍCULO PROPONE UNA NUEVA FORMA DE MEDIR LA COMPETITIVIDAD Y EXAMINA EL INGRESO GENERADO EN BRASIL Y EN MÉXICO A PARTIR DE SU APOORTE EN LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR. ESTA MEDIDA SERÍA LA MÁS APROPIADA PARA DISTINGUIR EL CRECIENTE FENÓMENO DE AUTOMATIZACIÓN Y PARA PROPORCIONAR A QUIENES TOMAN DECISIONES DE GOBIERNO UNA HERRAMIENTA DE POLÍTICA INDUSTRIAL MÁS EFECTIVA.

En el siglo XXI, las diferentes etapas de la producción ya no se llevan a cabo en un mismo país. Esto afecta trascendentalmente el modo en el que debe analizarse la competitividad de cada nación. Un muy buen ejemplo es la producción del iPhone en una fábrica ubicada en las cercanías de San Pablo, desde donde se producen y exportan algunos de estos teléfonos de Apple. Las tareas que se realizan son principalmente de ensamblaje, mientras que las actividades de alto valor –como el desarrollo, diseño y *marketing* del iPhone– siguen estando bajo el control de Apple. Asimismo, la fabricación de muchos de sus componentes –como el procesador y la pantalla táctil– se realiza en otros lugares del mundo.

Las empresas como Apple ven los procesos productivos como un paquete de actividades. Gracias a la mejora de las tecnologías de la información y la comunicación, las actividades se realizan cada vez más en el sitio en el cual se obtiene la mejor relación precio-calidad. Por lo tanto, muchas veces se llevan a cabo en lugares muy distantes entre sí. Las cadenas globales de valor se desarrollaron a un ritmo vertiginoso durante las últimas décadas, fundamentalmente a raíz de los desarrollos socioeconómicos que se produjeron en Asia y Europa del Este (Baldwin, 2006; Timmer *et al.*, 2014). Por consiguiente, los análisis de competitividad basados en las participaciones de las

exportaciones ya no resultan apropiados. Dicho enfoque sería relevante únicamente si todas las actividades necesarias para fabricar un producto tuviesen lugar dentro de un mismo país. Pero en este momento resulta imperioso revisar este tipo de análisis.

Las estadísticas de comercio internacional muestran qué bienes y servicios exporta un país, pero no muestran el valor que se le agrega al iPhone en Brasil. Por esta razón, desde hace ya bastante tiempo, la oficina de estadísticas realiza una distinción entre tres tipos de flujos de exportación, a saber: en tránsito (exportaciones de productos que habían sido importados previamente sin cambio de propietario), reexportaciones (exportaciones de productos que cambiaron de propietario, pero prácticamente no se modificaron) y exportaciones (de bienes producidos en el país). Implícitamente, esta distinción captura la idea de que el valor agregado dentro del país es muy bajo en el caso de los bienes en tránsito y las reexportaciones, y es mayor en el caso de las exportaciones.

Diferenciar los flujos de exportación de esta manera es ciertamente útil, pero no es suficiente: los iPhone exportados agregan mucho menos al PIB de Brasil si solo se llevan a cabo actividades de ensamblaje, en comparación con lo que ocurriría si Brasil también produjera procesadores y pantallas táctiles de mayor

20%  
ES LA PARTICIPACIÓN DE  
LOS PROFESIONALES  
EN EL INGRESO  
DE MÉXICO

valor o diseñara nuevos modelos y realizara actividades de mercadeo. Por consiguiente, los responsables de políticas no están bien informados, ya que la competitividad del país radica en ciertas actividades y no necesariamente en productos o sectores, por lo que no pueden implementar una política industrial y comercial eficaz. Ya no se trata de lo que uno exporte, sino de lo que uno haga en las cadenas globales de valor.

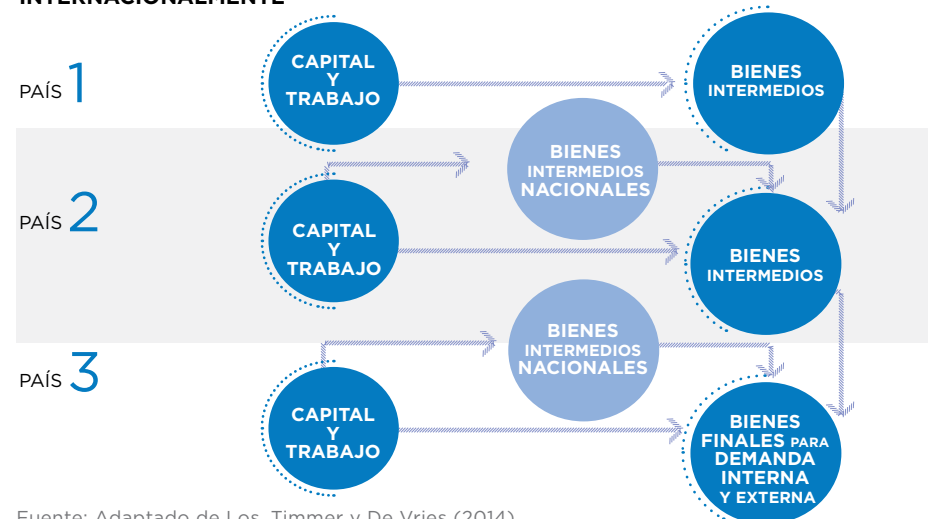
Para medir el valor agregado a las exportaciones, es imprescindible mapear toda la cadena de producción. Este artículo esboza un nuevo método para determinar las ventajas comparativas sobre

la base de un análisis de las actividades que agregan valor realizadas por Brasil y México en el marco de las cadenas globales de valor. Ya se ha reconocido que dicho análisis es imprescindible. Gracias a la disponibilidad de nuevos datos sobre las relaciones comerciales entre los países, así como de nuevos métodos, hoy en día podemos emprender un análisis de este tipo.

## UNA GLOBALIZACIÓN FRAGMENTADA

Nos proponemos estudiar la fragmentación de la producción de bienes finales. A diferencia de los bienes intermedios, que siguen formando parte del proceso de producción, un bien final se consume. Se adopta una definición amplia de consumo, que incluye el consumo público y privado, así como la inversión. La cadena global de valor de un bien final se define como el valor agregado por todas las actividades directa e indirectamente necesarias para producirlo. Esta cadena global de valor se identifica por el

GRÁFICO 1  
REPRESENTACIÓN ESTILIZADA DE UNA CADENA DE VALOR FRAGMENTADA INTERNACIONALMENTE



Fuente: Adaptado de Los, Timmer y De Vries (2014).

país-industria donde tuvo lugar la última etapa del proceso de producción, antes de que el producto llegara al usuario final.

El gráfico 1 bosqueja un ejemplo simple del proceso de producción de un bien final en el que participan tres países. El bien final –por ejemplo, un automóvil o un teléfono inteligente– se fabrica en el país 3. Para producir este bien final, se necesitan factores de producción primarios, así como insumos intermedios producidos internamente –como componentes, materiales y servicios empresariales–. Adicionalmente, se importan algunos insumos intermedios del país 2. El país 2 agrega valor al producir estos insumos intermedios. Este valor agregado puede provenir de la industria que produce el insumo intermedio (llamado “proveedor de primer orden”), pero también puede originarse en otros sectores del país 2 que proveen materiales y componentes para las actividades del proveedor de primer orden (llamados “proveedores de segundo orden”). Finalmente, en este ejemplo, también hay proveedores de segundo orden en el país 1 que agregan valor.

Para determinar el valor que un país agrega a la producción de un bien final, tenemos que utilizar matrices mundiales de insumos-productos (ver recuadro 1). Estas matrices describen los suministros internos e internacionales de bienes y servicios entre industrias. Al utilizar estas matrices y un método de insumo-producto, se puede calcular el valor que se agrega en cada país a la cadena global de valor de un bien final en particular. Este método fue introducido hace más de medio siglo por el premio Nobel Wassily Leontief (para una revisión de los métodos de insumo-

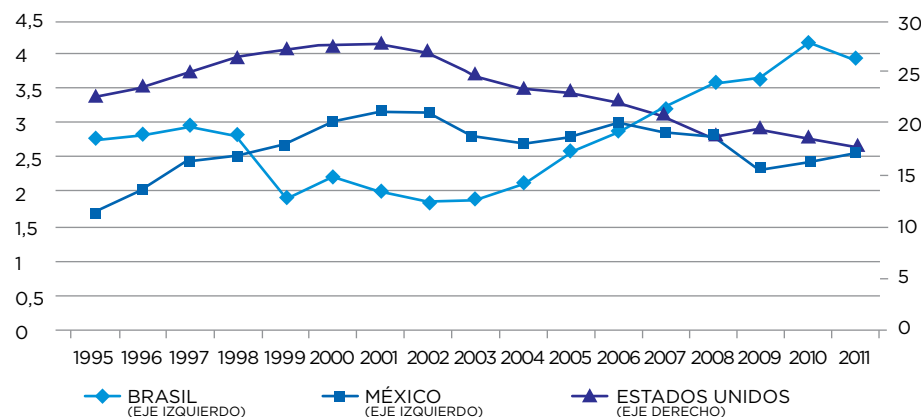
producto, ver Miller y Blair, 2009).

El valor agregado de los bienes finales se ha fragmentado rápidamente entre países durante las últimas décadas. Esto comprende una fragmentación regional entre países que integran bloques comerciales (como el TLCAN y la UE), pero también, en particular, una fragmentación entre países que son parte de distintos bloques comerciales (Los, Timmer y De Vries, 2014). Lógicamente, estas cadenas de valor no solo incluyen actividades de las industrias manufactureras, sino también de otros sectores, como la agricultura, los servicios públicos y los servicios financieros y empresariales. Estas contribuciones indirectas son sustanciales.

### LA CONTRIBUCIÓN DE BRASIL Y MÉXICO

El gráfico 2 muestra las participaciones de Brasil, México y Estados Unidos en el valor agregado en las cadenas globales de producción de bienes manufacturados entre 1995 y 2011. El valor total de estos bienes se incrementó a un ritmo vertiginoso durante las últimas décadas, fundamentalmente debido al aumento del consumo en los mercados emergentes. La participación agregada por China muestra un crecimiento marcado, en particular a partir de su incorporación a la OMC en 2001 (Timmer *et al.*, 2014). Esto se produjo a expensas de los bastiones industriales tradicionales, como Estados Unidos, pero también Alemania. Dado el milagro exportador ocurrido en este último, a primera vista este dato puede generar sorpresa. Sin embargo, hay que tener en cuenta que gran parte del milagro alemán se debió a la tercerización de actividades en los países de Europa del Este. Por lo tanto, el nivel de exportaciones continuó siendo elevado, pero la participación del valor agregado por Alemania cayó (Marin, 2011; Timmer *et al.*, 2013). Esto pone de relieve la necesidad de revisar el con-

GRÁFICO 2 PARTICIPACIÓN EN EL VALOR AGREGADO EN LA PRODUCCIÓN DE MANUFACTURAS (EN PORCENTAJES)



Fuente: Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD).

cepto de competitividad. De todos modos, cabe señalar que el análisis de este artículo se centra en el lugar en el cual se agrega valor en las cadenas globales, no en aquel que recoge los beneficios. Por ejemplo, Alemania tiene una participación importante en la propiedad del valor agregado en Europa del Este. Un cálculo somero sugiere que dicha circunstancia no influye demasiado en los resultados (Timmer *et al.*, 2013).

La participación del valor que agrega Brasil aumentó de un 2,8% en 1995 a un 4% en el año 2011; el incremento más marcado se produjo a partir de 2003. En el caso de México, la participación creció del 1,7% al 2,6%, con la mayor parte de dicho incremento registrada en la década de 1990 y una leve caída en los años 2000. Dado los cambios sustanciales acaecidos en la organización de las cadenas globales de valor, por medio de las cuales las actividades

se relocalizan en aquellos países en los que se las puede realizar a menor costo, es de esperar que se produzca un cambio en el tipo de actividades en las que contribuyen Brasil y México.

### EL ROL DE LA ESPECIALIZACIÓN

Para determinar qué actividades realizan Brasil y México en las cadenas globales de valor de manufacturas, utilizamos datos de empleo. Los trabajadores fueron clasificados según su actividad principal, sobre la base de las investigaciones pioneras de Michael Porter (1985). Se distinguen seis grupos de actividades, a saber: de gerenciamiento, profesionales, administrativas, de servicios, ventas y producción. Para realizar esta distinción, utilizamos datos de empleo de la PNAD (para Brasil) y



4%  
ES EL APORTE DE  
BRASIL A LAS CADENAS  
GLOBALES DE VALOR

## LA BASE DE DATOS MUNDIAL DE INSUMOS-PRODUCTOS

Para medir el valor que se agrega por parte de las industrias específicas a las cadenas globales de valor, tenemos que rastrear los flujos de producción entre los países y las industrias. La Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD, por sus siglas en inglés), de acceso público, fue diseñada específicamente con este fin (Timmer et al., 2015; ver [www.wiod.org](http://www.wiod.org)). Dicha base de datos contiene matrices de flujos mundiales anuales de insumos y productos a partir de 1995. Presenta información sobre 40 países, incluidos 27 miembros de la UE (a partir del 1.º de enero de 2007) y de otras 13 economías importantes, a saber, Australia, Brasil, Canadá, China, Corea del Sur, Estados Unidos, India, Indonesia, Japón, México, Rusia, Taiwán y Turquía. Estos 40 países dan cuenta de aproximadamente el 85% del PIB mundial. Adicionalmente, se modela el “resto del mundo”, lo cual proporciona una descomposición completa del valor agregado a los bienes finales. Para cada país de la base de datos, se distinguen los siguientes treinta y cinco sectores: agricultura, minería, catorce industrias manufactureras, construcción, servicios públicos y diecisiete sectores de servicios. Las tablas se construyen combinando matrices insumo-producto nacionales con datos de comercio bilateral, de acuerdo con las convenciones del sistema de cuentas nacionales. También presentan información sobre el uso del capital y de distintos tipos de mano de obra (de calificación baja, media y alta).

Para formular políticas, hace falta una base estadística sólida que permita utilizar sistemáticamente el método aquí propuesto. La WIOD es solo una prueba de concepto que requiere mejor anclaje institucional. Por lo tanto, la iniciativa de la OCDE y la OMC llamada “Hecho en el mundo” (ver la base de datos TIVA, OCDE/OMC) es sumamente bienvenida, no solo porque procura actualizar los datos del tipo de aquellos que integran la WIOD, sino también porque buscar extender la cobertura de países y establecer una estrecha vinculación con las distintas oficinas de estadísticas a fin de reducir las inconsistencias en los datos crudos. Otra iniciativa importante es la construcción de la Matriz Insumo Producto (MIP) de América del Sur, emprendida por un equipo de investigadores de la CEPAL y el IPEA.

Hace falta avanzar mucho, especialmente en materia de comercio de servicios. Gran parte de este comercio se produce entre subsidiarias y, con frecuencia, implica un acceso especial a derechos de propiedad intelectual protegidos. Los relevamientos recientes, que miden los tipos de actividades desarrolladas por las firmas, brindarán un aporte adicional. Asimismo, debería analizarse más en detalle la remuneración al capital intangible (como las marcas y el diseño) en las cadenas de valor.

de censos poblacionales (para México), mientras que las fuentes de los datos correspondientes a EE. UU. son las mismas que las empleadas en Autor (2015).

Las filas del cuadro 1 muestran la estructura de la remuneración al trabajo en Brasil, México y EE. UU., determinada por su participación en las cadenas globales de valor de bienes finales manufacturados. La suma de los ingresos obtenidos por cada actividad en un año en particular es igual a la remuneración al trabajo.

El cuadro refleja, asimismo, la variación de dicha remuneración al trabajo en cada actividad entre 1999 y 2007. Como en el caso anterior, es el valor agregado por todas las cadenas de valor manufactureras del mundo. En términos relativos, el ingreso de los trabajadores activos durante la etapa de producción cayó de un 49% a un 38% en Brasil y de un 50% a un 47% en México. La remuneración al trabajo generada por las actividades productivas es mayor en Brasil y México que en EE. UU.

CUADRO 1  
REMUNERACIÓN AL TRABAJO POR ACTIVIDAD EN LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR DE BIENES MANUFACTURADOS

		EMPRESARIALES	PROFESIONALES	ADMINISTRATIVAS	SERVICIOS	VENTAS	PRODUCCIÓN
BRASIL	1999	7,5	16,3	10,7	6,9	10,2	48,6
	2007	15,7	22,5	8,9	9,1	6,1	37,7
	Variación	8,2	6,2	-1,8	2,2	-4,1	-10,9
MÉXICO	1999	12,9	14,1	6,6	4,6	12	49,8
	2007	9,9	20,3	5,6	4,4	12,9	46,9
	Variación	-3	6,2	-1	-0,2	0,9	-2,9
EE. UU.	1999	21,4	25,9	10,4	3,9	6,7	31,7
	2007	23,1	28,6	9,2	4,2	7,9	26,9
	Variación	1,7	2,7	-1,2	0,3	1,2	-4,8

Fuente: cálculos realizados por el autor a partir de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD) y de datos de empleo recientemente elaborados.

Este ingreso es igual al producto entre el número de trabajadores y sus salarios nominales. La variación de la participación en el ingreso se debe, principalmente, a una caída de la cantidad de puestos de trabajo en el sector de la producción (que no se muestra en el cuadro).

Una explicación posible puede hallarse en los cambios tecnológicos actuales, específicamente la automatización (ver recuadro 2), que tiende a reemplazar a los trabajadores que efectúan tareas rutinarias, características de muchas ocupaciones de ingresos medios, como las tareas contables, las de apoyo administrativo y los trabajos de producción (Autor, 2015). Esto contrasta con un incremento de los ingresos de los trabajadores con niveles más altos de calificación en las actividades previas y posteriores a las de fabricación. Por ejemplo, la participación en el ingreso de los profesionales aumentó de un 16% a un 23% en Brasil y de un 14% a un 20% en México. Nuestros hallazgos sugieren que hay diferencias marcadas en la creación de empleo y en las remuneraciones, que dependen de la ocupación que se esté analizando.

Claramente, América Latina no es el único lugar donde se registran estas

tendencias. Las últimas filas del cuadro 1 muestran la variación de la participación del ingreso del trabajo por actividad en Estados Unidos. Asimismo, en dicho país, la participación de las actividades productivas disminuye, al tiempo que aumenta la de las actividades profesionales y de gerenciamiento.

Una pregunta pertinente es, por lo tanto, si los patrones de especialización de Brasil y México realmente difieren de los de otros países. Un método consabido para explorar esto es el de las ventajas comparativas reveladas. Tradicionalmente, este indicador se construye sobre la base de participaciones en las exportaciones mundiales. Otra alternativa es medirlo utilizando participaciones del ingreso en las cadenas globales de valor de los bienes finales manufacturados (para una comparación entre esta nueva medición y la tradicional, ver Timmer *et al.*, 2013). En el cuadro 2 se miden las ventajas comparativas de Brasil y México en relación con las de los otros 40 países individualizados en la Base de datos mundial de insumos-productos (ver la lista de países en el recuadro 1). A los efectos de la comparación, el cuadro 2 también muestra los resultados para EE. UU.

## AUTOMATIZACIÓN Y CADENAS GLOBALES DE VALOR

Durante las últimas décadas, se agudizó la polarización de los mercados de trabajo debido a que el empleo en los segmentos de salarios altos y bajos se incrementó con respecto al empleo en segmentos salariales tradicionalmente medios dentro de la distribución (ver Reijnders y De Vries, 2016, donde se presenta evidencia de los casos de Brasil y México). Estos cambios estructurales que afectan al trabajo difieren de la evolución del mercado laboral en períodos anteriores. En las décadas de 1970 y 1980, la demanda mostró un cambio muy claro en favor de los trabajadores calificados, que muchas veces se explicó a partir del “sesgo de calificación”, como parte de la naturaleza del cambio tecnológico. Este tipo de cambio tecnológico no puede racionalizar el sesgo actual en detrimento de los trabajadores de niveles de calificación medios y en favor de aquellos cuyas ocupaciones requieren niveles de capacitación bajos o altos (Autor, 2015). En vez de eso, se planteó la “hipótesis de rutinización”, según la cual los cambios tecnológicos actuales, específicamente la automatización, tienden a provocar el reemplazo de los trabajadores que efectúan tareas rutinarias, características de muchas ocupaciones de ingresos medios —como las tareas contables, las de apoyo administrativo y los trabajos de fabricación—. Muchas veces se hace referencia a este fenómeno como un cambio tecnológico sesgado a las rutinas. En contraposición a su efecto reductor de la demanda de ocupaciones de salarios medios, este tipo de cambio tecnológico complementa las ocupaciones analíticas (profesionales y gerenciales de salarios altos) y no afecta directamente (todavía) las tareas manuales no rutinarias (tareas de servicios y ventas, de salarios bajos); por lo tanto, produce una polarización del mercado laboral.

Reijnders y De Vries (2016) hallan que la automatización induce una caída de la demanda de ocupaciones de salarios medios a lo largo de toda la cadena de valor a nivel mundial. Por ejemplo, en la fabricación de autos alemanes, actualmente se necesitan menos operarios de producción que diseñadores, ingenieros y vendedores, a diferencia de lo que ocurría hace una década. La automatización como cambio tecnológico sesgado a las rutinas dentro de las cadenas globales de valor afecta la demanda de operarios de producción en cada país involucrado en la respectiva cadena global de valor.

Los resultados sugieren que Brasil y México tienen una ventaja comparativa en las actividades de producción: el indicador es mayor que 1 porque la participación del ingreso del trabajo en estas actividades es mayor que la que se registra en los demás países. Asimismo, Brasil y México también muestran ventajas comparativas en otras actividades de menores salarios, en los sectores de servicios y ventas, mientras que Estados Unidos muestra ventajas comparativas reveladas en las actividades de servicios y ventas —de salarios bajos— y en las actividades profesionales y de gerenciamiento —de salarios más altos—.

El ejemplo del ensamblaje del iPhone

en Brasil —con el que iniciamos la introducción— es, por tanto, ilustrativo de los hallazgos generales de este trabajo.

### ACUERDOS MULTILATERALES

Dada la fragmentación internacional actual de la producción, las mediciones tradicionales de las ventajas comparativas realizadas sobre la base de las estadísticas de exportaciones (ver, por ejemplo, Bahar, Hausmann e Hidalgo, 2014) son cada vez menos apropiadas para formular políticas. Brasil puede exportar teléfonos iPhone, pero las estadísticas tradicionales de exportaciones no muestran cuánto valor agrega ese país. Los

CUADRO 2  
VENTAJAS COMPARATIVAS EN LAS DISTINTAS ACTIVIDADES

		EMPRESARIALES	PROFESIONALES	ADMINISTRATIVAS	SERVICIOS	VENTAS	PRODUCCIÓN
BRASIL	1999	0,45	0,69	0,97	1,90	1,65	1,25
	2007	0,87	0,82	0,94	2,33	1,06	1,07
MÉXICO	1999	0,77	0,59	0,60	1,28	1,95	1,28
	2007	0,55	0,74	0,59	1,12	2,26	1,33
EE. UU.	1999	1,28	1,09	0,94	1,07	1,09	0,82
	2007	1,28	1,04	0,97	1,08	1,39	0,76

Fuente: cálculos realizados por el autor a partir de la Base de datos mundial de insumos-productos (WIOD) y de datos de empleo recientemente elaborados.

insumos intermedios y los insumos que producen los diseñadores e ingenieros se generan en otro lugar. La forma de medición que introduce este artículo cuantifica el valor agregado por cada país en una actividad particular dentro de las cadenas globales de valor. La interconectividad creciente de las actividades también tiene implicancias para el impacto de los acuerdos comerciales. Debido a que los productos cruzan las fronteras varias veces antes de llegar al usuario final, puede producirse una acumulación de aranceles y otras barreras comerciales en las cadenas de producción (Yi, 2003). Asimismo, el hecho de que las cadenas de valor puedan involucrar a una multiplicidad de países socava la efectividad de los acuerdos

bilaterales. La fragmentación de la producción refuerza la necesidad de bajar los costos comerciales y de transacción y transporte, y también plantea la necesidad de celebrar acuerdos comerciales multilaterales.

Finalmente, esta situación también deja importantes enseñanzas para el sistema educativo. La fragmentación de las cadenas de valor genera una relocalización internacional de las actividades. Algunas desaparecerán y otras —que quizás sean actividades absolutamente nuevas en el país— adquirirán más relevancia. Esto exige estudios que sirvan para determinar cuáles son las políticas apropiadas para el mercado de trabajo y el sistema educativo. ☁

### BIBLIOGRAFÍA

**Autor, D. 2015.** “Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation”. *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3): 3-30.

**Bahar, D., Hausmann, R. e Hidalgo, C. 2014.** “Neighbors and the evolution of the comparative advantage of nations: Evidence of international knowledge diffusion?”. *Journal of International Economics*, 92 (1): 111-123.

**Baldwin, R. 2006.** “Globalisation: the great unbundling(s)”. Informe para la Oficina del Primer Ministro, Consejo Económico de Finlandia.

**CEPAL. 2016.** *The South American Input-Output Table: Key Assumptions and Methodological Considerations*. Santiago: United Nations.

**Los, B., Timmer, M. P. y De Vries, G. J. 2014.** “How global are global value chains? A new approach to measure international fragmentation”. *Journal of Regional Science*, 55 (1): 66-92.

**Marin, D. 2011.** “The Opening Up of Eastern Europe at 20: Jobs, Skills, and Reverse Maquiladoras in Austria and Germany”. En: M. Jovanovic, editor. *International Handbook on the Economics of Integration, Volume 2*. Cheltenham: Edward Elgar.

**Müller, R. E. y Blair, P. D. 2009.** *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge: Cambridge University Press.

**Porter, M. 1985.** *Competitive advantage*. Nueva York: Free Press.

**Reijnders, L. S. M. y de Vries, G. J. (2017)** “Job Polarization in Advanced and Emerging Countries: The Role of Task Relocation and Technological Change within Global Supply Chains.” GGDC Research memorandum, Núm. 167. Groningen Growth and Development Centre.

**Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B. et al. 2015.** “An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production”. *Review of International Economics*, 23 (3): 575-605.

**Timmer, M. P., Erumban, A. A., Los, B. et al. 2014.** “Slicing up global value chains”. *Journal of Economic Perspectives*, 28 (2): 99-108.

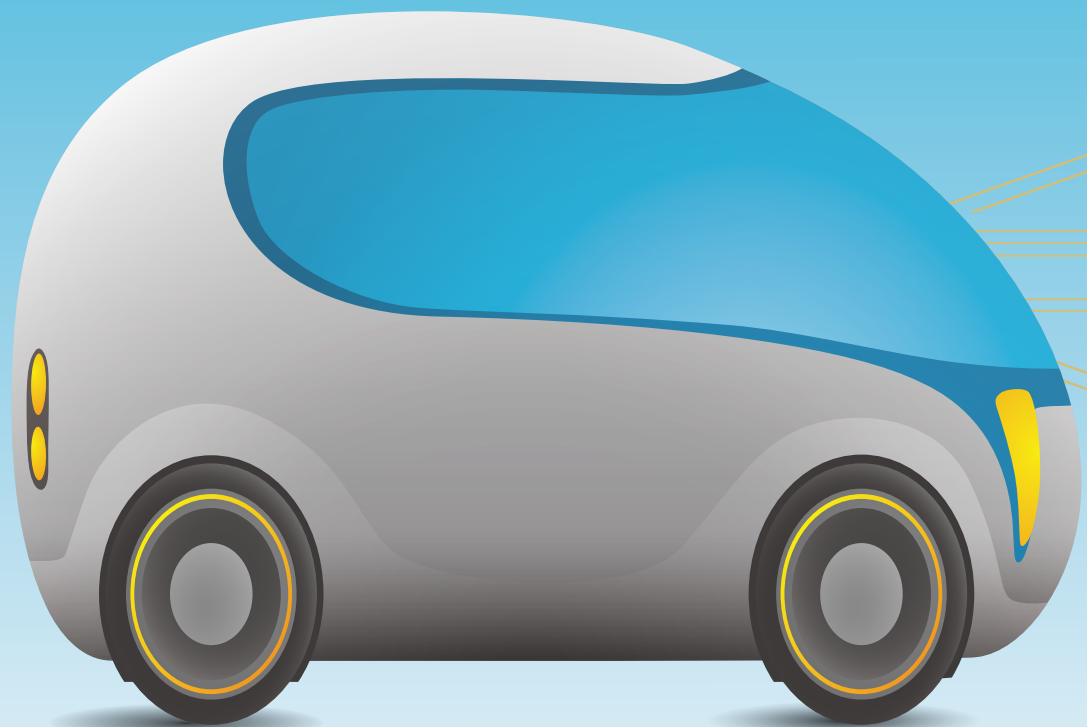
**Timmer, M. P., Los, B., Stehrer, R. et al. 2013.** “Fragmentation, incomes and jobs. An analysis of European competitiveness”. *Economic Policy*, 28 (76): 613-661.

**Yi, K.-M. 2003.** “Can vertical specialization explain the growth of world trade?”. *Journal of Political Economy*, 111 (1): 52-102.

ANÁLISIS

Bianca Pacini  
Universidad de San Andrés  
Luca Sartorio  
UBA - UTDT

# Des-localización o re-localización



El caso de la  
industria  
automotriz



Antes las distancias eran mayores  
porque el espacio se medía por el tiempo.

Jorge Luis Borges



# ¿DESLOCALIZACIÓN O RELOCALIZACIÓN?

A DIFERENCIA DE LO QUE PODRÍA CREERSE A *PRIORI*, LA INCORPORACIÓN DE ROBOTS EN EL PROCESO PRODUCTIVO, AL INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y LA DEMANDA DE INSUMOS INTERMEDIOS, PUEDE FAVORECER LA INTEGRACIÓN EN LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR. ESTE ARTÍCULO ANALIZA LA DINÁMICA RECIENTE DEL COMERCIO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

La preocupación por el impacto de la automatización en el mercado laboral ha tenido recientemente un desarrollo considerable en la disciplina económica. En efecto, trabajos de investigación que han argumentado que el avance tecnológico constituye una amenaza de sustitución para una proporción sustancial de puestos de empleo en economías desarrolladas han motivado el surgimiento de equipos de investigación y departamentos especializados en Estados nacionales y organismos internacionales. El análisis del impacto de tales cambios disruptivos se ha constituido como un campo de estudio crecientemente dinámico dentro del ámbito de la economía laboral. Una buena medida de la magnitud del interés reciente en estos debates es la elección del tópico como tema principal de la 46.<sup>a</sup> reunión anual del Foro Económico Mundial de Davos del año 2016.

La mayor parte de esta literatura emergente se ha limitado a dos propósitos fundamentales. En primer lugar, ha buscado examinar si el cambio tecnológico fue el motor fundamental de las tendencias de polarización de los mercados laborales en países desarrollados que ha tenido lugar durante las últimas décadas. Múltiples estudios han documentado que, a partir de fines de los años 70, se produjo en los países desarrollados una continua caída del *share* del empleo en ocupaciones de calificación media sobre el empleo total a través de un mecanismo de polarización que incrementó las participaciones respectivas tanto de las ocupaciones de

baja, como de alta calificación. Dentro de estos trabajos que han descripto robustamente la polarización reciente de los mercados laborales desarrollados, pueden citarse a modo ilustrativo el análisis de Goos y Manning (2007) para la economía británica durante 1979-1999, el trabajo de Autor (2014) para la economía norteamericana entre 1979-2012 y la evaluación más abarcativa de Goos, Manning y Salomons (2014) para 16 países de la Unión Europea en el período 1993-2010.

En consecuencia, distintos trabajos empíricos han buscado vincular causalmente al cambio tecnológico sesgado con estas tendencias recientes de polarización de las estructuras ocupacionales, mediante el uso de diversas estrategias de identificación para un amplio set de países desarrollados. Algunas de las publicaciones más relevantes en esta dirección fueron la de Autor y Dorn (2013) para el mercado laboral de los Estados Unidos durante 1980-2005 y la de Michaels, Natraj y Van Reenen (2014), quienes documentaron la relación causal propuesta para el período 1980-2014 en Estados Unidos, Japón y 9 economías europeas.

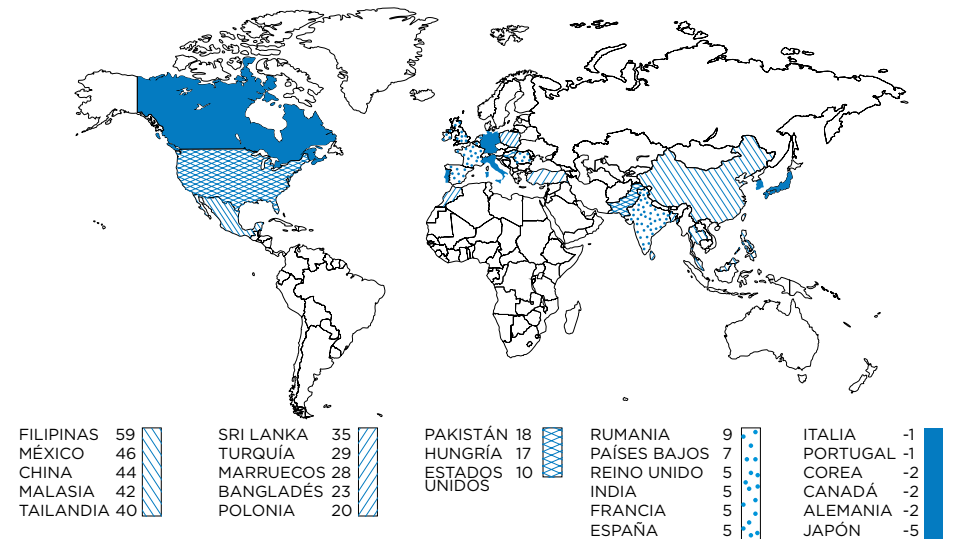
En segundo lugar, un set de publicaciones alternativo ha intentado determinar la evolución futura de estas tendencias de sustitución tecnológica del empleo mediante la ambiciosa estimación de probabilidades de automatización del conjunto de ocupaciones existente a nivel global. El ejercicio empírico más emblemático en esta dimensión fue el realizado por Frey y Osborne (2013),

para la economía norteamericana, que concluyó que un 47% del empleo total se encontraba en alto riesgo de automatización. Este trabajo fue recientemente cuestionado por Arntz, Gregory y Zierahn (2016), quienes estimaron probabilidades análogas bajo una metodología alternativa para un conjunto de 21 países de la OCDE, según la cual ninguna de las economías analizadas (incluyendo a los Estados Unidos) presentaba un porcentaje de empleos en riesgo de sustitución mayor al 13%. Estos hallazgos se encuentran en línea con otro trabajo de características similares realizado por el McKinsey Global Institute (2017), cuyas estimaciones concluyeron que solo el 5% de las ocupaciones están compuestas completamente por actividades para las cuales existe potencial técnico de automatización.

**17%**  
ES LA TASA DE  
CRECIMIENTO ANUAL  
DE LOS ROBOTS  
INDUSTRIALES  
DESDE 2010

Ambos tipos de publicaciones han buscado echar luz sobre fenómenos con implicancias directas en términos de políticas de ingresos o programas sociales, regulaciones del mercado laboral y cambios de diseño en programas educacionales. No obstante, pese a su considerable impacto en la determinación de estrategias productivas y comerciales, la relación de los cambios disruptivos del avance técnico con la inserción a cade-

GRÁFICO 1  
CAMBIO EN LA PARTICIPACIÓN DE LAS MANUFACTURAS EN LAS EXPORTACIONES NACIONALES POR PAÍS 1980-2007/2008 (PUNTOS PORCENTUALES)



Nota: datos para todas las naciones con (1) población superior a los 10 millones, (2) participación de las exportaciones manufactureras superior al 50%, (3) cobertura de datos de al menos un 90% entre 1985 y 2008.

Fuente: Baldwin (2013) con base en datos del Banco Mundial.

nas globales de valor (CGV) y la gestión de patrones de comercio internacional no ha tenido un abordaje equiparable en la literatura, con la excepción de algunos avances preliminares.

El informe *Technology at Work 2.0* (Citi, 2016) realizado conjuntamente por investigadores del Banco Citi y la Universidad de Oxford y el documento *Robots and Industrialization in Developing Countries* publicado por la UNCTAD (2016) plantearon la hipótesis de que el creciente uso de robots industriales en países desarrollados podría sustituir empleos previamente deslocalizados a países en vías de desarrollo, lo que erosionaría su tradicional ventaja de costo salarial. Este mecanismo daría lugar a una reversión parcial de las tendencias de deslocalización (*offshoring*) de procesos de manufactura y ensamblaje que caracterizaron la integración a CGV por parte de economías emergentes en las últimas décadas. Se generaría un consecuente proceso de relocalización (*reshoring*) en el que países de alta dotación de capital robótico comenzarían a reintegrar nuevamente múltiples segmentos productivos anteriormente deslocalizados, lo

que incrementaría su participación en la generación de valor en las CGV correspondientes.

Identificar CGV en las que se presenten tendencias de reversión del proceso de *offshoring* puede ser crucial en la determinación de estrategias nacionales de inserción productiva global. El presente trabajo busca continuar esta línea de investigación y aportar una herramienta metodológica a través de la estimación de modelos gravitacionales de comercio bilateral que permitan reconocer el efecto parcial del creciente *stock* de robots industriales en el grado de integración a CGV. Esta herramienta permitiría distinguir los sectores productivos en los que exista efectivamente una potencial reversión de los procesos de *offshoring*. Mediante la comparación de este efecto parcial entre los distintos sectores productivos, la estimación de este modelo podría contribuir a la determinación de la inconveniencia a mediano plazo, en términos de generación de empleo, de una estrategia de inserción productiva a cada sector industrial mediante la oferta de trabajo de baja calificación con ventaja salarial.

Buscamos ilustrar esta propuesta a través del ejemplo de la industria automotriz, el sector manufacturero con la mayor dotación de capital robótico en la actualidad según datos de la Federación Internacional de Robótica (IFR, por sus siglas en inglés). Testeamos si efectivamente el crecimiento del *stock* de robots industriales en países con alta dotación fue un determinante que revirtió la tendencia hacia la deslocalización mediante la sustitución de importaciones durante los últimos años. De registrarse lo contrario, es plausible considerar que la contribución de la incorporación de tecnología al crecimiento de la producción global automotriz habrá estimulado la demanda de insumos intermedios y por ende incrementado todavía más el comercio bilateral, en una profundización de la gestación de CGV mediante una mayor demanda de insumos intermedios producidos externamente.

Contrariamente a lo sugerido por los investigadores de la UNCTAD, Citi y la Universidad de Oxford, hallamos que el crecimiento de la robótica industrial en el sector automotriz de países con alta dotación de capital robótico se asoció positivamente con el comercio bilateral de bienes intermedios provenientes de sus principales proveedores de autopartes. Este efecto está seguramente explicado por los incrementos respectivos en la producción generados por una mayor dotación de capital y sus consecuentes mayores requerimientos en términos de importaciones de bienes intermedios.

La estructura del trabajo será la siguiente. En la sección 2 se presentarán las hipótesis de reversión del *offshoring* industrial hacia países de bajo costo salarial presentadas en la literatura. En la sección 3 se detallará la metodología empleada en el diseño de la herramienta de estimación propuesta y se presentarán los resultados de la evaluación del impacto del *stock* de robots industriales

75%  
DE LOS ROBOTS  
INDUSTRIALES SE  
CONCENTRA EN APENAS  
CINCO PAÍSES

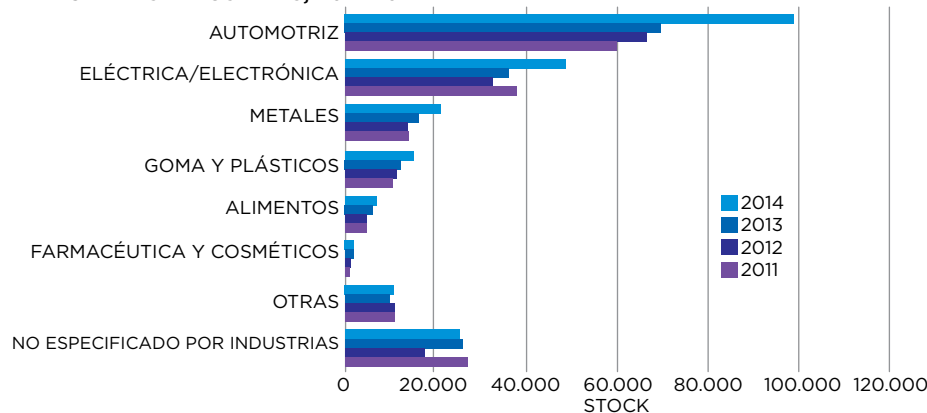
automotrices en países de alta dotación sobre el comercio bilateral con sus respectivos proveedores de bienes intermedios. En la sección 4 se concluirá con un breve resumen y con la propuesta de futuras áreas de investigación sugeridas por el presente trabajo.

#### LA HIPÓTESIS DEL RESHORING

A mediados de los años 80, los avances de la telecomunicación, el poder de computación y el desarrollo de *software* generaron las condiciones de una revolución TIC que ocasionó a su vez cambios disruptivos en la composición del comercio internacional. Tal como fue documentado por Baldwin (2013), el creciente alcance de estas tecnologías y el rápido declive en su costo volvió económicamente factible la separación geográfica de etapas de la producción manufacturera. Estimulada por economías de escala y ventajas comparativas, esta fragmentación del proceso productivo pudo realizarse mediante una mejorada habilidad para coordinar y monitorear la producción entre largas distancias.

Esto es lo que Baldwin denominó *2<sup>nd</sup> unbundling*<sup>1</sup>, un proceso por el cual las firmas procedentes de países de altos ingresos combinaron la generación a nivel local del desarrollo de tecnologías, diseño de productos y estrategias de comercialización con la deslocalización de los procesos de manufactura y ensamblaje realizados en el exterior. Este *offshoring* de los segmentos más intensivos en trabajo a países en vías de de-

GRÁFICO 2  
OFERTA GLOBAL ANUAL ESTIMADA DE ROBOTS INDUSTRIALES SEGÚN PRINCIPALES INDUSTRIAS, 2011-2014



Fuente: Citi (2016) con base en datos de la IFR World Robotics.

sarrollo abundantes en mano de obra de baja calificación permitió ganancias en términos de costo laboral sin incurrir en fuertes pérdidas de coordinación y monitoreo del proceso productivo.

Este proceso de proliferación de CGV permitió la inserción productiva internacional de países en vías de desarrollo a través de la exportación de bienes intermedios manufacturados. El gráfico 1 desarrollado por Baldwin (2013) indica los cambios en el *share* manufacturero de las exportaciones nacionales entre 1980 y 2007-2008 para un amplio set de países. Tal como se puede apreciar gráficamente, los grandes ganadores y perdedores en la participación industrial exportadora están altamente concentrados alrededor de EE. UU., Japón y la Unión Europea. Los países de estructura crecientemente industrializada son fundamentalmente de bajos niveles salariales, mientras que los países que han perdido peso industrial en sus exportaciones son en general de alto nivel salarial.

No obstante, algunos trabajos de investigación han comenzado a preguntarse por la continuidad futura de estas tendencias. Este interrogante se plantea en contextos en los cuales la automatización del empleo mediante el uso de robótica industrial empieza a operar crecientemente, fundamentalmente en segmentos más repetitivos y predecibles como los de manufactura y ensamblaje.

La UNCTAD (2016) consideró la posibilidad de que el creciente uso de robots en países de altos ingresos atente contra la ventaja de costo salarial propia de países en vías de desarrollo abundantes en trabajo de baja calificación. Según las estimaciones de un informe del Banco Mundial (2016), el *share* de ocupaciones que puede experimentar un grado significativo de automatización era en efecto superior en países en vías de desarrollo que en países más avanzados en los que varias de estas

ocupaciones ya han desaparecido.

Según la UNCTAD, esto podría producir una reversión del proceso de *offshoring* en segmentos industriales, donde distintas actividades económicas manifestarían un mecanismo inverso de *reshoring* hacia economías que incorporan capital robótico industrial y así recuperarían competitividad internacional en esos segmentos. La profundización de este proceso atendería así contra la conveniencia a mediano y largo plazo de una estrategia de inserción a CGV mediante la oferta de ventajas salariales como alternativa de industrialización potencial de los países de ingresos bajos.

En una misma línea, puede destacarse el análisis preliminar del informe del Citi (2016). En primer lugar, dicho informe destacó el importante desarrollo reciente que ha tenido la robótica industrial a nivel mundial. Si bien el uso de robots industriales es un fenómeno de al menos cuatro décadas, el informe destacó que el proceso de robotización se ha acelerado fuertemente desde la crisis financiera global: las ventas de robots industriales crecieron a una tasa de crecimiento anual compuesto del 17% en el período 2010-2014, en comparación a un nivel del 3% en el período 2004-2008. Los tres motores señalados de este fenómeno fueron las rápidas ganancias salariales y el envejecimiento poblacional en grandes países industriales, el precio declinante del *hardware* y tecnologías de *software*, y el avance técnico que permitió incrementar el alcance y la usabilidad de la robótica industrial.

En segundo lugar, el informe señaló que no todas las industrias y las naciones se han beneficiado de forma semejante de esta aceleración. En el gráfico 2 se exponen los *stocks* globales de robots industriales segmentados por industria, según datos de la IFR. Puede apreciarse que el uso de robots industriales estuvo altamente concentrado en la industria

automotriz y en el sector de equipamiento eléctrico y electrónico. En el gráfico 3, por su parte, se presenta la concentración de las instalaciones robóticas en los últimos años por parte de cinco países: Alemania, Corea, Estados Unidos, China y Japón. Estos acapararon cerca del 75% de las instalaciones en años recientes y dentro de este set se puede apreciar el fuerte crecimiento de China a lo largo del período analizado.

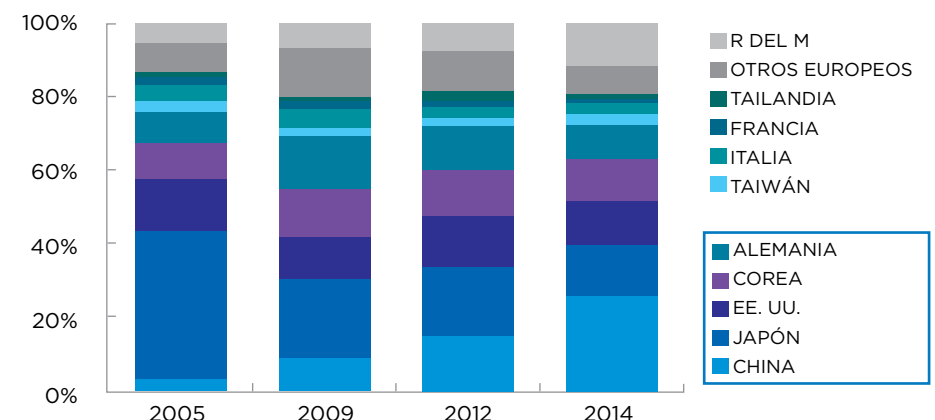
Como una primera aproximación básica en el estudio del fenómeno, el informe del Citi (2016) buscó analizar si los países que dominan la dotación global de robots industriales han ganado participación de mercado en la exportación global de las dos principales industrias afectadas por la robotización reciente. De darse efectivamente un proceso de *reshoring*, se esperaría que los países que hayan incrementado su capital robótico hayan sustituido importaciones provenientes de países de bajo costo salarial, y que ganen peso consecuentemente en el total de exportaciones globales de los sectores analizados.

Esta tendencia parecería verificarse ligeramente en el gráfico 4. Alemania

2%  
CRECEN LAS  
EXPORTACIONES POR  
CADA 10% DE SUBA EN  
LA DOTACIÓN DE ROBOTS

conservó su dominio en la industria de vehículos de carretera frente a la fuerte caída de la participación de otros países europeos. Estados Unidos detuvo su tendencia decreciente en ambas industrias a partir del período en el que se aceleró el crecimiento de la dotación robótica global. China incrementó fuertemente su participación en la industria de vehículos y equipamiento de transporte en línea con su creciente robotización. En cambio, Japón evidenció un comportamiento fuertemente decreciente en ambas industrias, en línea con la considerable merma (y pérdida de primacía) en la participación de mercado internacional de instalaciones robóticas. En el caso coreano, se registra un crecimiento en su participación en vehículos y equi-

GRÁFICO 3  
PARTICIPACIÓN NACIONAL EN LOS ENVÍOS DE ROBOTS INDUSTRIALES



Fuente: Citi (2016) con base en datos de la IFR World Robotics.

pamiento de transporte, que luego se desacelera sobre el fin del período, y un comportamiento más estable en el sector electrónico.

Si bien estas tendencias parecerían evidenciar una relación entre el desempeño exportador de los países en las industrias seleccionadas y su crecimiento reciente en sus dotaciones de robótica industrial, este análisis es considerablemente preliminar y deja múltiples aspectos de interés sin abordar. Sin duda el más relevante de ellos es que un análisis descriptivo de estas características no provee evidencia suficiente de la relación causal entre la automatización inducida por la incorporación de robótica industrial y la reversión parcial de las tendencias de *offshoring*.

Se podría suponer alternativamente que la incorporación de robótica industrial se asocia a incrementos en la producción de bienes en las industrias seleccionadas. Estos incrementos en la producción generarían un aumento correspondiente en la demanda de insumos intermedios. Por ende, sería plausible que se presente también un crecimiento consecuente en las importaciones indus-

triales provenientes de países en vías de desarrollo posicionados en segmentos de manufactura y ensamblaje dentro de las correspondientes CGV.

Para analizar si efectivamente existió una relación negativa entre la incorporación de robótica industrial de los países dominantes en el rubro y la exportación de bienes intermedios de sus principales socios comerciales, debe ahondarse más exhaustivamente en el estudio de los determinantes del comercio bilateral respectivo. Para ello, el presente trabajo propone analizar este fenómeno mediante la estimación de un modelo gravitacional para el comercio bilateral de autopartes de tres de los principales líderes en la dotación global de robots industriales (Alemania, China y Estados Unidos) y sus principales socios comerciales.

### EL IMPACTO DE LA ROBÓTICA EN EL COMERCIO

#### Metodología: el enfoque gravitacional

Nuestro objetivo es aportar una herramienta de estimación empírica para analizar el efecto parcial de la introducción de robots industriales en el comercio bilateral. Para ello procederemos a anali-

zar los múltiples determinantes del comercio bilateral mediante la estimación de un modelo gravitacional tradicional, incorporando como variable explicativa de interés el *stock* de robots industriales del país importador.

Los modelos de gravedad son una herramienta ampliamente utilizada en la literatura para describir los principales determinantes del comercio bilateral entre países. Inicialmente concebidos para determinar el efecto de la distancia entre dos países en su flujo de comercio de bienes y servicios respectivo, estas especificaciones fueron utilizadas para estimar la contribución de múltiples determinantes del comercio como los acuerdos comerciales, barreras tarifarias, subsidios a la exportación, sanciones comerciales, uniones monetarias, inmigración, inversión extranjera directa, lazos culturales, entre otros.

En el presente trabajo, procedemos a estimar el siguiente modelo mediante tres especificaciones:<sup>2</sup>

a) MCO, sin efectos fijos por pares de países:

$$\begin{aligned} (2) \ln TradeValue_{eit} = & \alpha + \beta_1 \ln PBI_{it} + \beta_2 \ln PBI_{et} + \\ & + \beta_3 \ln RES_{it} + \beta_4 \ln RES_{et} + \beta_4 \ln DIST_{ei} + \\ & + \beta_5 CLNY_{ei} + \beta_6 FRONT_{ei} + \beta_7 LANG_{ei} + \\ & + \beta_8 RTA_{eit} + \beta_9 \ln Tariff_{it} + \\ & + \beta_{10} \ln Robots_{it} + \epsilon_{eit} \end{aligned}$$

donde *TradeValue<sub>eit</sub>* representa el valor en dólares corrientes de las exportaciones del país *e* (exportador) al país *i* (importador) en el período *t*; *PBI<sub>it</sub>* y *PBI<sub>et</sub>* representan el PIB de cada país, respectivamente; *RES<sub>it</sub>* y *RES<sub>et</sub>* son índices de resistencia que funcionan como aproximaciones de los términos de resistencia multilateral que, por construcción, son inobservables<sup>3</sup> (Wei, 1996; Baier y Bergs-

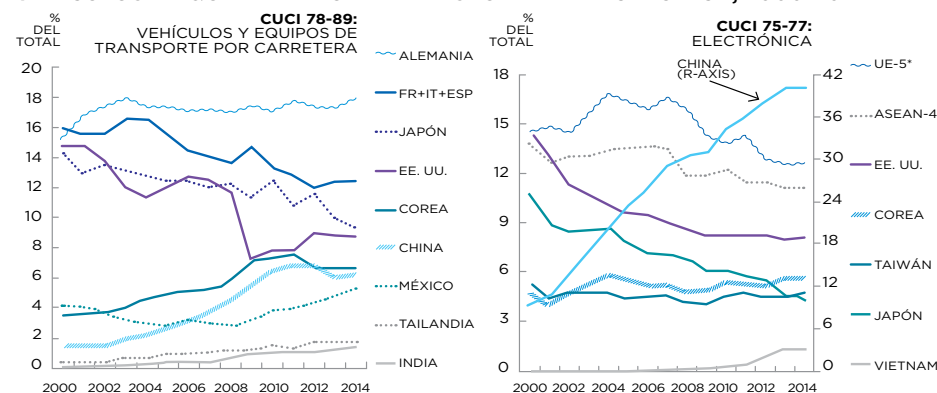
trand, 2009).<sup>4</sup> Por su parte, *DIST<sub>ei</sub>*, *CLNY<sub>ei</sub>*, *FRONT<sub>ei</sub>* y *LANG<sub>ei</sub>* son variables de control estándar de los modelos de gravedad: la primera indica la distancia entre los países medida en kilómetros, mientras que el resto son variables que toman valor 1 si los países mantuvieron vínculos coloniales, si presentan frontera común y si comparten el mismo idioma, de lo contrario toman valor 0. *RTA<sub>eit</sub>* es una variable ficticia (*dummy*) que toma valor 1 si los países mantenían acuerdos comerciales en el período *t*, y valor 0 de lo contrario. *Tariff<sub>it</sub>* indica la tarifa promedio fijada por el país *i* para la rama autopartista en el período *t*. *Robots<sub>it</sub>* representa el *stock* de robots industriales dentro del sector automotriz del país *i* en el período *t*. Por último,  $\epsilon_{eit}$  representa el término de error. Se aplicó logaritmo natural a todas las variables continuas. También incluimos en las estimaciones de la sección 3.3 la misma especificación sin controlar por los índices de resistencia, a modo de análisis comparativo [especificación o ecuación de modelo (1), ver “Resultados de la estimación”].

b) MCO, con efectos fijos por pares de países:

Un potencial problema en la estimación del modelo sugerido es la posible endogeneidad de las variables de política comercial *RTA<sub>eit</sub>* y *Tariff<sub>it</sub>* con variables inobservables invariantes en el tiempo (Baier y Bergstrand, 2007). Una solución a este obstáculo es incluir efectos fijos por pares de países, que controlan por toda heterogeneidad inobservable presente entre países que se mantiene constante a lo largo del tiempo, más allá de las variables estándar utilizadas en los modelos de gravedad previamente mencionadas, tales como la distancia, la frontera común, el lenguaje y los vínculos coloniales (Egger y Nigai, 2015; Agnosteva, Anderson y Yotov, 2014).

En este caso, volvemos a aplicar mínimos cuadrados ordinarios al siguiente modelo de regresión lineal:

GRÁFICO 4  
PARTICIPACIÓN DE MERCADO EXPORTADOR POR PAÍS EN LAS INDUSTRIAS DE VEHÍCULOS Y EQUIPAMIENTO DE TRANSPORTE Y ELECTRÓNICA, 2000-2014



Nota: EU-5 \* refiere a las cinco economías más grandes de Europa  
Fuente: Citi (2016) con base en datos de UN Comtrade.

$$(3) \ln TradeValue_{eit} = \alpha + \beta_1 \ln PBI_{it} + \beta_2 \ln PBI_{et} + \beta_3 \ln RES_{it} + \beta_4 \ln RES_{et} + \beta_5 RTA_{eit} + \beta_6 \ln Tariff_{it} + \beta_{10} \ln Robots_{it} + \phi_{ei} + \epsilon_{eit}$$

donde  $\phi_{ei}$  capta todas aquellas características propias de la relación bilateral entre los países  $i$  y  $e$  fijas en el tiempo. La desventaja de incluir efectos fijos por pares de países es que estos absorben todo efecto invariante en el tiempo como la distancia, la frontera común, el lenguaje común y los vínculos coloniales. Sin embargo esta consideración no resulta relevante para el propósito de este trabajo.

c) PPML, con efectos fijos por pares de países:

Santos Silva y Tenreyro (2006) mostraron que, en presencia de heterocedasticidad, los estimadores de la regresión log-lineal bajo el método de mínimos cuadrados ordinarios pueden estar sesgados y, a su vez, ser inconsistentes. Dado que la heterocedasticidad es un problema frecuente en los datos de comercio, siguiendo con los estándares de la literatura, procederemos a aplicar el método de estimación de PPML (*Poisson Pseudo Maximum Likelihood*) como alternativa a los modelos presentados anteriormente.

El modelo estimado bajo el estimador de PPML sigue la forma:

$$(4) TradeValue_{eit} = \exp[\beta_1 \ln PBI_{it} + \beta_2 \ln PBI_{et} + \beta_3 \ln RES_{it} + \beta_4 \ln RES_{et} + \beta_5 RTA_{eit} + \beta_6 \ln Tariff_{it} + \beta_{10} \ln Robots_{it} + \phi_{ei}] \epsilon_{eit}$$

De verificarse la relación sugerida por las publicaciones mencionadas en la sección precedente, esperaríamos hallar un efecto parcial con signo negativo al analizar la incorporación de robótica industrial (en los países que lideran la dotación global de este factor) sobre la exportación de bienes intermedios de

manufactura de sus principales socios comerciales. De lo contrario, verificaríamos que un mayor *stock* de robots industriales no solo no sustituye importaciones de países proveedores de bienes intermedios, sino que, al aumentar la producción del bien final en cuestión, incrementa la demanda de bienes intermedios y se profundiza aún más la relación comercial bilateral.

Para ejemplificar la estimación de la herramienta propuesta, analizamos el caso de la incorporación de robótica automotriz y su efecto en el comercio bilateral de autopartes. La elección de este sector no es casual, ya que se trata de aquel con mayor dotación global de robots industriales, tal como se documentó en el gráfico 2. Analizaremos el modelo propuesto en el comercio bilateral de autopartes de tres de los países con mayor *stock* de robots industriales según el gráfico 3 (Alemania, China y Estados Unidos) con sus principales socios comerciales en el rubro. Contamos con una estructura de datos de panel para el período 2006-2015 compuesta por el comercio de los países analizados y 49 socios comerciales que contienen a sus principales proveedores de autopartes.

#### Datos y variables

Las principales fuentes de datos para la estimación de los modelos propuestos fueron las siguientes:

- Los valores de las exportaciones de autopartes consideradas se obtuvieron a través de la base de datos UN Comtrade, para el código 8708 de partes y accesorios para vehículos motorizados, según la clasificación del Sistema Armonizado (HS, por sus siglas en inglés).

- Los PIB de los países considerados fueron extraídos de la base de datos publicada por el Banco Mundial.

- La información respectiva a los acuerdos comerciales regionales y bilaterales fue tomada del reporte detallado en el WTO Regional Trade Agreements

Information System (RTA-IS).

- La estructura tarifaria promedio de los países importadores para los productos contenidos en el código 8708 fue extraída de la WTO Integrated Data Base (IDB).

- El *stock* robótico industrial en el sector automotriz de los países importadores se obtuvo a través de la base publicada por la IFR.

#### Resultados de la estimación

En la tabla 1 presentamos los resultados de las estimaciones empíricas de los mo-

delos previamente expuestos. Tal como puede apreciarse, al controlar por el efecto de las resistencias multilaterales, el impacto en el comercio bilateral de insumos autopartistas del incremento en el *stock* de robots industriales en el sector automotriz por parte de Alemania, China y Estados Unidos es positivo y significativo bajo múltiples especificaciones.

En primer lugar, bajo la especificación (1) de MCO sin controlar por efectos fijos ni índices de resistencia, la variable correspondiente al *stock* de robots industriales no es significativa. Al controlar por

TABLA 1  
RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN PARA LAS ESPECIFICACIONES PROPUESTAS DEL MODELO GRAVITACIONAL

VARIABLE	(1)	(2)	(3)	(4)
LN PBI_IT	0,413 (0,277)	-0,150 (0,217)	0,146 (0,248)	1,230*** (0,439)
LN PBI_ET	1,102*** (0,0984)	1,520*** (0,263)	0,939* (0,565)	-0,0650 (0,180)
LN DIST_EI	-0,824*** (0,255)	-1,061*** (0,231)	-	-
LN TARIFF_IT	-0,476*** (0,181)	-0,504*** (0,181)	1,558 (0,949)	1,421** (0,627)
FRONT_EI	0,239 (0,661)	0,0212 (0,616)	-	-
LANG_EI	-0,685 (0,437)	-0,577 (0,407)	-	-
CLNY_EI	1,192** (0,521)	1,039** (0,456)	-	-
RTA_EIT	1,231*** (0,423)	1,062*** (0,375)	0,375*** (0,0856)	0,307*** (0,0612)
LN RES_ET	-	0,491 (0,302)	0,593 (0,462)	0,605 (0,427)
LN RES_IT	-	0,912 (0,567)	-2,405* (1,238)	-1,607 (1,272)
LN ROBOTS_IT	<b>0,0262</b> (0,0759)	<b>0,146***</b> (0,0505)	<b>0,126**</b> (0,0484)	<b>0,207***</b> (0,0429)
ÍNDICE RES	NO	SÍ	SÍ	SÍ
EFFECTOS FIJOS POR PAÍSES	NO	NO	SÍ	SÍ
MCO	SÍ	SÍ	SÍ	NO
PPML	NO	NO	NO	SÍ
OBSERVACIONES	1.190	1.190	1.190	1.190
R-CUADRADO	0,591	0,606	0,606	0,972

Nota: Errores estándares agrupados por par de países y reportados en paréntesis. \*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05 y \* p<0,1.

Fuente: Elaboración propia.

resistencias multilaterales (2), la variable presenta un efecto positivo y significativo en el comercio bilateral de 0,146: es decir, ante un aumento de un 1% en la cantidad de robots, el valor de las exportaciones aumenta, en promedio, un 0,146%, *ceteris paribus*. El signo positivo y la significatividad de la variable se mantienen tanto al incluir efectos fijos bajo el estimador de MCO (3) como al considerar el estimador PPML (4): los coeficientes estimados son de 0,126 y 0,207, respectivamente.

Debe destacarse que en la especificación (4) el efecto parcial de las tarifas en las exportaciones de los países proveedores de autopartes a Alemania, China y Estados Unidos es negativo y significativo. Este resultado podría estar sesgado al haberse considerado un promedio simple de las tarifas fijadas por el país importador y no la tarifa específica que le impone a cada país en particular.<sup>5</sup>

## ¿RELOCALIZACIÓN?

El presente trabajo busca ser un aporte al estudio del impacto de la creciente incorporación de tecnología, tanto en la dinámica del comercio bilateral como en la determinación de estrategias de inserción a CGV. Creemos que el modelo gravitacional sugerido puede ser una herramienta de interés que permita identificar en qué segmentos productivos la incorporación de robótica, por parte de los países líderes en el uso de tecnología industrial, ha generado un mecanismo de sustitución de insumos intermedios provenientes de sus principales socios comerciales. En algunos casos, bien podría verificarse un mecanismo de *reshoring*, en el que los países líderes en dotación robótica industrial comiencen a reintegrar crecientemente segmentos productivos de las CGV previamente deslocalizados y erosionen las ventajas de costos salariales de países en vías de desarrollo abundantes en mano de obra de baja calificación.

Sin embargo, en nuestra evaluación es-

pecífica de la industria automotriz durante el periodo 2006-2015, este mecanismo potencial de *reshoring* no parece verificarse y la contribución del *stock* de robots industriales en el comercio bilateral es positiva y significativa bajo distintas especificaciones econométricas. De esto puede inferirse que la incorporación de robótica industrial no tuvo como objetivo principal la sustitución mediante producción local automatizada de insumos intermedios provenientes del exterior. Los resultados sugieren, en cambio, que este incremento de capital robótico se asocia con mayores volúmenes de producción y, por ende, lejos de ser sustituto de los bienes intermedios importados, presenta una relación de complementariedad que profundiza aún más el comercio bilateral entre los países contemplados en la estimación.

No obstante, resulta relevante realizar dos consideraciones finales. En primer lugar, la ausencia de mecanismos de *reshoring* en años pasados no impide que efectos de este tipo puedan suceder en el futuro. En efecto, se estima que el desarrollo de la robótica industrial manifieste un crecimiento exponencial en las próximas décadas que altere la magnitud y las características del fenómeno analizado en este trabajo. Puede que aún estemos en una etapa muy preliminar del proceso estudiado y resultados como los obtenidos pueden no ser buenos predictores de la evolución futura de estas tendencias.

En segundo lugar, este análisis se limita al estudio del comercio de autopartes en la industria automotriz. Creemos que la herramienta propuesta tiene especial utilidad para la comparación relativa de los distintos segmentos productivos para determinar en cuáles de ellos pueden existir mecanismos de sustitución y *reshoring* o mecanismos de complementariedad y una consecuente profundización del *offshoring*. Futuros trabajos que apliquen la metodología sugerida a un amplio set de sectores pueden ser un aporte de interés en esta dirección. ☁

## NOTA METODOLÓGICA

Anderson y Van Wincoop (2003) demostraron que errores al considerar los términos de resistencia multilateral pueden llevar a sesgos considerables en la estimación de las variables de un modelo de gravedad. Mediante la introducción de índices de lejanía (*remoteness indexes*), Yotov *et al.* (2016) mencionan una forma de considerar las resisten-

cias multilaterales. Siguiendo a Head (2003), índices utilizados en el trabajo se construyeron de la siguiente forma:

$$\ln RES_{it} = \ln \left( \frac{\sum Dist_{it}}{PBI_{it}} \right)$$

$$\ln RES_{it} = \ln \left( \frac{\sum Dist_{it}}{PBI_{it}} \right)$$

## NOTAS

<sup>1</sup> Se distingue del 1º *unbundling*, proceso desarrollado a partir de la revolución del vapor que bajó sustancialmente los costos comerciales y de transporte, y volvió factible la separación geográfica de la producción y el consumo, también estimulada por economías de escala y ventajas comparativas.

<sup>2</sup> En una publicación de la Organización Mundial del Comercio, Yotov *et al.* (2016) documentan una serie de recomendaciones prácticas basadas en una síntesis los múltiples desarrollos empíricos y teóricos en la literatura que fueron consideradas en el presente trabajo.

<sup>3</sup> La importancia del control por los términos de

resistencia multilateral es fundamentada por Baldwin y Taglioni (2006). Olivero y Yotov (2012) proponen controlar por resistencias multilaterales mediante efectos fijos exportador-tiempo e importador-tiempo. Aun siendo altamente eficiente como mecanismo de control, esta estrategia no fue considerada en el trabajo dado que el efecto fijo importador-tiempo absorbería el efecto de nuestra variable de interés.

<sup>4</sup> Ver nota metodológica.

<sup>5</sup> Al estimar las mismas especificaciones sin incluir la variable correspondiente a las tarifas, se llegó a resultados similares que mantuvieron la positividad y significatividad del coeficiente de interés.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agnosteva, D., Anderson, J. y Yotov, Y. 2014. "Intra-National Trade Costs: Measures and Aggregation". NBER Working Paper No. 19872. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Anderson, J. y Van Wincoop, E. 2003. "Gravity With Gravitas: a Solution to the Border Puzzle". *American Economic Review*. 93 (1): 170-192.
- Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U. 2016. "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis". OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189. París: OECD Publishing.
- Autor, D. 2014. "Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth". Estudio presentado en el Simposio de Política Económica del Banco de la Reserva Federal de Kansas City, Jackson Hole, 22 de agosto.
- Autor, D. y Dorn, D. 2013. "The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market". *American Economic Review*. 103 (5): 1533-1597.
- Baier, S. y Bergstrand, J. 2007. "Do Free Trade Agreements Actually Increase Members' International Trade?". *Journal of International Economics*. 71 (1): 72-95.
- . 2009. "Estimating the Effects of Free Trade Agreements on International Trade Flows Using Matching Econometrics". *Journal of International Economics*. 77 (1): 63-76.
- Baldwin, R. 2013. "Trade and Industrialization after Globalization's Second Unbundling: How Building and Joining a Supply Chain Are Different and Why It Matters". En: R. Feenstra y A. Taylor, editores. *Globalization in an Age of Crisis: Multilateral Economic Cooperation in the Twenty-First Century*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Baldwin, R. y Taglioni, D. 2006. "Gravity for Dummies and Dummies for Gravity Equations". NBER Working Paper No. 12516. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Banco Mundial. 2016. *World Development Report 2016: Digital Dividends*. Washington DC: The World Bank.
- Citi. 2016. *Technology at Work v2.0: The future is not*

*what it used to be*. University of Oxford y Citi.

Egger, P. y Nigal, S. 2015. "Structural Gravity With Dummies Only: Constrained ANOVA-Type Estimation of Gravity Models". *Journal of International Economics*. 97 (1): 86-99.

Frey, C. y Osborne, M. 2013. *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*. Oxford Martin School.

Goos, M. y Manning, A. 2007. "Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain". *The Review of Economics and Statistics*. 89 (1): 118-133.

Goos, M., Manning, A. y Salomons, A. 2014. "Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring". *American Economic Review*. 104 (8): 2509-2526.

Head, K. 2003. *Gravity for beginners*. University of British Columbia, mimeografía.

McKinsey Global Institute. 2017. *A Future that Works: Automation, Employment and Productivity*. McKinsey & Company.

Michaels, G., Natraj, A. y Van Reenen, J. 2014. "Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence from Eleven Countries over 25 Years". *Review of Economics and Statistics*. 96 (1): 60-77.

Olivero, M. y Yotov, Y. 2012. "Dynamic Gravity: Endogenous Country Size and Asset Accumulation". *Canadian Journal of Economics*. 45 (1): 64-92.

Santos Silva, J. y Teneyro, S. 2006. "The Log of Gravity". *The Review of Economics and Statistics*. 88 (4): 641-658.

UNCTAD. 2016. "Robots and Industrialization in Developing Countries". UNCTAD Policy Brief No. 50.

Wei, S. 1996. "Intra-National versus International Trade: How Stubborn are Nations in Global Integration?". NBER Working Paper No. 5531. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Yotov, Y., Piermartini, R. y Monteiro, J. *et al.* 2016. *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*. Ginebra: WTO Publications.

# AGRICULTURA DE PRECISIÓN

## DRONES Y SENSORES PARA FABRICAR ALIMENTOS

La robótica está dando lugar a una nueva manera de producir alimentos. Con 34.600 robots en funcionamiento, la agricultura de precisión, mediante el uso de tecnología de vanguardia, permite lograr una gestión más eficiente de las parcelas de cultivo desde el punto de vista agronómico, medioambiental y económico.

El Instituto de Automática (INAUT) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) en Argentina lleva adelante una intensa actividad de formación de recursos humanos, investigación y transferencia en el ámbito de la robótica, y ha desarrollado aplicaciones de automatización destinadas al agro, como robots terrestres y aéreos que capturan información de los cultivos. Espera sumarse así a una industria que a nivel global prevé una facturación anual de US\$ 1,5 billones.

Carlos Soria, miembro del Consejo Directivo del INAUT, explica cómo la robotización puede mejorar la productividad en el agro y complementarse con el uso de sensores, nuevos desarrollos en electrónica industrial y sistemas basados en la inteligencia artificial.

### ¿En qué consiste la agricultura de precisión?

Trabajamos en robots móviles terrestres y vehículos aéreos que llevan a bordo los sensores que permiten recolectar información del cultivo. Este relevamiento puede ser autónomo o teleoperado a distancia por una persona; posteriormente, se procesan los datos recabados y se genera un mapa georreferenciado, que puede descargarse a una computadora, con información sobre el cultivo. Se pueden obtener varios índices a partir de la información que proveen las cámaras, pero los más comunes y fáciles de

20

MINUTOS DE AUTONOMÍA DE VUELO TIENEN LOS ARTEFACTOS QUE LLEVAN SENSORES



interpretar por el agrónomo son el índice verde (NDVI) y el índice de estrés hídrico del cultivo (CWSI). Con este mapa, el agrónomo puede saber cómo crece el cultivo, dónde hay que regar más, si hay problemas con la tierra, de qué tipo de suelo se trata o si hacen falta agroquímicos, para así poder tomar decisiones. De esta manera se optimiza el uso de los agroquímicos y del agua, ya que la información que brinda el robot permite saber con precisión dónde es necesario aplicarlos. En estos desarrollos usamos principalmente sensores de visión. Para hacer una reconstrucción de la estructura del cultivo empleamos cámaras normales en configuración estéreo (dos cámaras), o también pueden usarse sensores láser, pero son más caros. En tanto, para elaborar el índice verde recurrimos a cámaras multiespectrales y para tomar las variables de temperatura trabajamos con cámara térmicas. Son sensores que brindan información sobre el crecimiento y el estado de una plantación.

34.600

NUEVOS ROBOTS SE INCORPORARÁN A LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA MUNDIAL HASTA 2019

### ¿Qué aplicaciones específicas han desarrollado para la región?

Hemos hecho dos aplicaciones. Una de ellas es un cuatriciclo robotizado que puede moverse en forma autónoma vía GPS o ser teleoperado; recorre los corredores de plantaciones, como olivos y frutales; y su batería tiene una duración de cuatro horas. Otra aplicación son drones de cuatro, seis y ocho rotores que tienen una autonomía de vuelo de entre 15 y 20 minutos, con una capacidad de carga para llevar sensores de unos 500 gramos. Pueden captar información del cultivo desde una altura mayor a diez metros, que luego es procesada y se puede complementar con la que fue captada por el robot terrestre. En la provincia de San Juan, donde hemos probado ambas aplicaciones, predominan los cultivos de vid y los olivos. En la etapa de prueba trabajamos en los cultivos de la Estación Experimental San Juan, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Allí probamos los algoritmos de control de navegación y los sensores de visión que llevan los robots. Por otra parte, en campos privados de las provincias de Córdoba y Buenos Aires pudimos probar los drones en cultivos extensivos como la soja, el maíz y el trigo.

### ¿Qué beneficios puede obtener la agricultura de la robótica?

La agricultura se puede automati-

zar en cuatro áreas: en la etapa de las mediciones, la recolección de datos y la generación mapas; en la siembra; durante el cuidado del cultivo; y en la cosecha. Desde el INAUT trabajamos en la segunda y la tercera fase. La generación de mapas, por ejemplo, es una herramienta que permite al agrónomo predecir cómo evolucionará la productividad del campo; es posible saber por anticipado cuál será la producción final a partir de esas imágenes que se van generando. En función de la información recolectada, además, el ingeniero agrónomo puede tomar decisiones sobre qué insumos aplicar para mantener y aumentar la producción. En cuanto al cuidado del campo, estamos empezando a desarrollar un sistema de aplicación inteligente de insumos en los cultivos que estará listo en dos años. Por ejemplo, si el robot que recorre los cultivos detecta que es preciso aplicar algún agroquímico, de manera automática se abre una válvula automática y lo hace. Lo mismo sucede si detecta que es necesario regar en alguna zona de la plantación. Trabajamos en el desarrollo de los algoritmos de procesamiento de imágenes y datos para que el robot aprenda a detectar, a través de los sensores de visión, si hay maleza o si se necesita riego.

### ¿Cuál es el impacto de la robótica en el empleo rural?

Creo que tiene beneficios tanto para la sociedad –porque mejora la cosecha, optimiza el uso de las tierras, de los recursos agrícolas y los insumos agronómicos–, como para la salud y la seguridad de quienes trabajan en el campo. Los robots aplicadores de agroquímicos, por ejemplo, impiden que haya un operario arriba del vehículo y que esté expuesto a esa sustancia. También se pueden usar los robots en la cosecha,

para que los trabajadores no tengan que cargar peso excesivo. Creo que los beneficios son mayores que las desventajas. Aquí, en esta zona, la cosecha de aceitunas y de uvas, que son los principales cultivos, ya está mecanizada en su mayor parte. En este contexto, los trabajadores del campo que se ocupan del cuidado y la supervisión de los cultivos deben saber utilizar las nuevas tecnologías: cómo usar una tableta o una computadora portátil, o cómo interpretar el mapa digital de la superficie sembrada. Es un salto cualitativo en el uso de tecnología y en la calificación de los usuarios. A medida que se vayan introduciendo estas tecnologías en el campo, la idea es que los trabajadores las adopten. Son herramientas y hay que entrenarlos en su uso.

**US\$ 1,5 billones**

ESTIMA FACTURAR  
AL AÑO LA INDUSTRIA  
ROBÓTICA GLOBAL  
EN APLICACIONES  
AL AGRO

### ¿Qué desafíos se presentan cuando las personas interactúan con los robots en el ámbito laboral?

La idea es que los robots sean cada vez más seguros e inteligentes para que no causen daño a las personas. Y que, a la vez, las personas los acepten y permitan que se conviertan en una herramienta más de trabajo. Actualmente, hay muchas líneas de investigación académica sobre la interacción hombre-robot que apuntan a mejorarla. Se investiga sobre la forma en que el robot se acerca a la persona, de manera tal que no genere rechazo. ☁

# MILLENNIAL

Resultado de la encuesta entre jóvenes argentinos elaborada por INTAL-VOICES.

64%

CREE QUE EL GOBIERNO DEBERÍA PROMOVER LA INTEGRACIÓN CON AMÉRICA LATINA, LA CUAL ES ADEMÁS LA REGIÓN CON MEJOR IMAGEN

41%

CONSIDERA QUE SE DEBE CONTROLAR LA IMPORTACIÓN DE BIENES PARA RESGUARDAR EL TRABAJO

39%

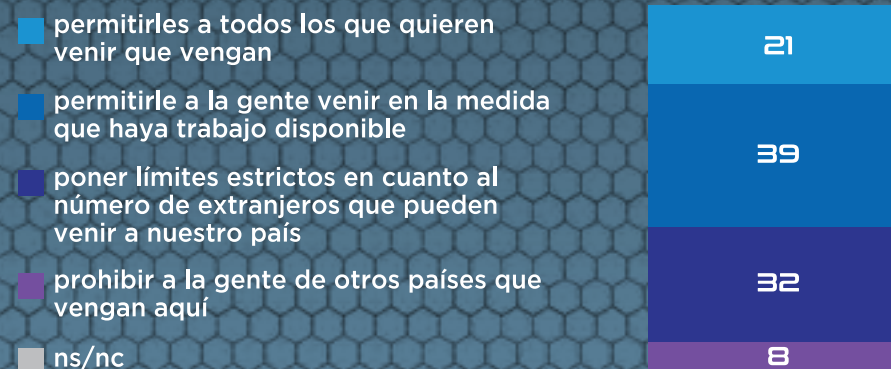
OPINA QUE ES CORRECTO PERMITIR EL INGRESO DE EXTRANJEROS EN LA MEDIDA QUE HAYA TRABAJO DISPONIBLE

25%

HA USADO UNA PLATAFORMA DE COMERCIO ELECTRÓNICO PARA INTERCAMBIAR PRODUCTOS O SERVICIOS Y SOLO 11% LO HACE DE MANERA FRECUENTE

### SOLIDARIDAD CON EL INMIGRANTE

Con respecto a las personas de otros países que vienen a trabajar aquí, ¿cuál de las siguientes medidas debería adoptar el gobierno?



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ENCUESTA INTAL-VOICES. 2017.



# ¿Sesgo anti- innovación?

El impacto tecnológico de  
los acuerdos comerciales



La experiencia no es lo que te sucede,  
sino lo que haces con lo que te sucede.

Aldous Huxley



EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, UN NÚMERO CRECIENTE DE PAÍSES HAN FIRMADO TRATADOS DE COMERCIO EN LOS QUE INCORPORAN CLÁUSULAS ESPECÍFICAS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA. EN ESTE TRABAJO SE INVESTIGA EL IMPACTO EFECTIVO DE ESOS ACUERDOS EN LAS EXPORTACIONES CON ALTO CONTENIDO TECNOLÓGICO, COMO TAMBIÉN EN INDICADORES RELACIONADOS CON LA INNOVACIÓN Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LOS PAÍSES FIRMANTES. CON ESTE FIN SE ESTIMA UNA ECUACIÓN DE GRAVEDAD PARA LOS FLUJOS DE COMERCIO BILATERALES DE PAÍSES EN EL CONTINENTE AMERICANO Y SUS MÁS IMPORTANTES SOCIOS COMERCIALES.

Así como la protección excesiva de un mercado interno puede dar lugar a un sesgo anti-exportador, ¿puede una mayor apertura generar, en determinadas circunstancias, un sesgo anti-innovación? O, por el contrario, ¿funcionan los mecanismos previstos en los acuerdos comerciales de manera tal que permiten cerrar la brecha tecnológica entre los países firmantes? En este texto intentamos medir el impacto de los acuerdos comerciales en el desempeño en materia de innovación de los países firmantes.

Cada vez con mayor frecuencia, los acuerdos comerciales trascienden los aspectos puramente arancelarios. Capítulos de transferencia de tecnología, inversiones, aspectos migratorios, estándares ambientales y sociales se suman a las negociaciones clásicas para eliminar barreras al comercio (Baumann, 2016). De este modo complementan el acuerdo multilateral sobre propiedad intelectual (TRIPS, por sus siglas en inglés) que entró en vigor en 1995 bajo los auspicios de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Los principales objetivos de este acuerdo son, entre otros, fomentar la protección de los derechos de propiedad intelectual y contribuir a la promoción de la innovación tecnológica y la transferencia y difusión de la tecnología (preámbulo, artículos 7-8).

Al mismo tiempo, crecen las expectativas de que los acuerdos comerciales otorguen beneficios a los firmantes en las múltiples dimensiones donde se espera tenga lugar el intercambio. Una de las dimensiones más estudiadas es el impacto de los acuerdos en la inversión extranjera, relación examinada por Egger y Pfaffermayr (2004), Jang (2011) y Bae y Jang (2013), entre muchos otros.

También existe una vasta literatura que relaciona tecnología y comercio. Keller (2004) estudia la difusión internacional de la tecnología y distintos mecanismos de propagación, en particular el rol de las empresas multinacionales. Hoppe (2005) examina el rol del comercio en el desarrollo económico a través de su impacto en la transferencia de tecnología, medida a partir de la productividad total de los factores. En este proceso considera esencial la apertura de mercados, el *learning by doing* y la amplitud del set de tecnologías disponibles que genera el aumento del comercio. Maskus y Saggi (2013) analizan el rol de las redes de innovación a escala global y sus consecuencias para el sistema multilateral de comercio. Mientras que Maskus (2016) destaca que los acuerdos de comercio regional (RTA, por sus siglas en inglés) pueden jugar un rol sustantivo en la difusión de la

tecnología y en el intercambio de flujo de conocimiento tecnológico, y generar a partir del intercambio nuevos bienes públicos.

Este trabajo continúa esta línea de investigación y la desarrollada por Baghdadi, Martínez-Zarzoso y Zitouna (2013) y Martínez-Zarzoso (2016) para las disposiciones medioambientales de los acuerdos comerciales. Utilizamos un modelo gravitacional que explica los determinantes de los flujos bilaterales de comercio, incluyendo entre los posibles determinantes la entrada en vigor de acuerdos de comercio que incorporan cláusulas de transferencia tecnológica. El modelo es estimado con técnicas de datos de panel y aplicando el método de pseudo Poisson máxima verosimilitud siguiendo los desarrollos más recientes en la literatura de comercio internacional.

## HECHOS ESTILIZADOS

En los diferentes artículos que componen los textos de un acuerdo comercial, puede haber o no decisiones explícitas de intercambio tecnológico. En este trabajo hemos diferenciado cuatro áreas donde suelen darse estos intercambios para Tratados de Libre Comercio (TLC) y Acuerdos de Integración Económica (AIE). Estas áreas son las siguientes: cooperación técnica; transferencia de tecnología; investigación, desarrollo e innovación; y patentes y propiedad intelectual.

A modo de ejemplo, el cuadro 1 fue elaborado a partir de los textos de los tratados y resume el contenido en materia de intención de intercambio tecnológico de doce acuerdos firmados por países latinoamericanos. De esta forma, la primera línea China-Chile toma en consideración el artículo 68 del tratado entre ambos países, que

# 3

## PAÍSES DE LA REGIÓN FIRMARON ACUERDOS DE INTERCAMBIOS TECNOLÓGICOS CON CHINA

establece mecanismos de cooperación técnica y de transferencia de tecnología en áreas industriales específicas y en minería. También toma en cuenta el artículo 106, que establece un intercambio en investigación y desarrollo, y el artículo 111, que fija las reglas en materia de propiedad intelectual. La segunda línea del cuadro 1 refleja el contenido del acuerdo firmado entre China y Perú, que establece la cooperación técnica mencionada en diferentes áreas y que “las partes reconocen la importancia de los derechos de propiedad intelectual en la promoción del desarrollo social y económico, particularmente en la globalización del comercio y la innovación tecnológica, así como la de la transferencia y difusión de la tecnología” (artículo 144). El artículo 148 aborda temas de cooperación y desarrollo de capacidades y el artículo 155, temas específicos de transferencia de tecnología para el desarrollo de pequeñas y medianas empresas. Siguiendo el mismo esquema para el resto de los países se conforma el cuadro 1, que resume el contenido de doce acuerdos.

Es posible observar que los tres acuerdos con China incluyen los cuatro aspectos tecnológicos analizados de manera explícita, también los incluye EE.UU., pero solo con Perú y Costa Rica, mientras que no incluye ninguna de las cláusulas con Colombia y solo tres de ellas con Chile. Por otra parte,

Canadá incluye exclusivamente un aspecto, cooperación técnica, y excluye los tres restantes (con la excepción del acuerdo con Perú, donde también se incorpora I+D).

### INTERCAMBIO PARALELO

Es lícito preguntarse entonces si estos “intercambios paralelos”, que no forman parte del núcleo duro de la negociación comercial, pero se encuentran presentes en la mayoría de los tratados, han tenido algún tipo de impacto concreto en los países firmantes, y en particular en los factores relacionados con la innovación y las nuevas tecnologías.

Con este fin, diferenciamos los acuerdos comerciales que cuentan con disposiciones tecnológicas de aquellos que las excluyen para verificar si estas cláusulas tuvieron o no el impacto deseado. Nos encontramos, no obstante, con una dificultad adicional: no es sencillo medir de manera objetiva la evolución tecnológica de un país ni su des-

empeño en el área de innovación.

La literatura que estudia los procesos de innovación y transferencia de tecnología utiliza diferentes indicadores, que van desde el número de patentes solicitadas hasta las publicaciones internacionales de los investigadores del país, o incluso el porcentaje de empresas que posee su propio sitio en internet. En esta primera aproximación utilizamos indicadores tradicionales como el nivel de gasto en investigación y desarrollo en relación al Producto Interno Bruto (PIB), las exportaciones de productos con alto contenido tecnológico, la cantidad relativa de patentes y de investigadores y técnicos con relación a la población.

Nos preguntamos específicamente si el incremento del número de acuerdos con cláusulas de transferencia tecnológica ha actuado como un incentivo para que un país invierta recursos en innovación. Y también si estos acuerdos han incrementado la capacidad del país de exportar productos con alto contenido tecnológico.<sup>1</sup>

Una muestra de países y el modelo

gravitacional utilizado por Baghdadi *et al.* (2013) permiten identificar relaciones entre estas variables. En la siguiente sección se presenta la metodología utilizada para analizar el impacto de los acuerdos comerciales firmados por países latinoamericanos en las últimas décadas, de forma tal de obtener un panorama del efecto que pueden tener los tratados comerciales en el desarrollo tecnológico de los países.

### EL IMPACTO EN INNOVACIÓN

#### Hipótesis y estrategia empírica

En términos generales, la literatura sobre el tema muestra que el comercio internacional incrementa la competencia y, en consecuencia, los incentivos para crear nuevos productos. Asimismo, acelera la transferencia de tecnología al dar a conocer nuevos productos en mercados extranjeros y fomentar el desarrollo de nuevas ideas. Por otra parte, en general el comercio abarata el precio de los productos y fomenta, por tanto, el uso de nuevas tecnologías al reducir su coste. El incremento del tamaño del mercado que conlleva la eliminación de trabas comerciales genera economías de escala que permiten a las empresas recuperar más fácilmente sus inversiones en I+D.

Cuando la liberalización comercial y el esperado incremento del comercio son debido a la firma de acuerdos de libre comercio, podemos distinguir dos efectos potenciales sobre la transferencia de tecnología y la innovación. En primer lugar, el efecto puro del incremento del comercio debido a la reducción de aranceles y medidas no arancelarias que daría lugar de forma indirecta a los efectos indicados en el párrafo anterior. En segundo lugar, si los acuerdos de comercio son de nueva generación e incluyen las medidas explícitas de inter-

cambio tecnológico mencionadas en la introducción de este artículo, cabe esperar un efecto directo, que puede variar dependiendo del tipo de cláusulas para fomentar la transferencia de tecnología y la innovación (TTI).

En contrapartida, para el caso específico de América Latina, como la de otras regiones en desarrollo, la apertura comercial puede generar una “primarización” de la economía, si suben los incentivos para elevar la venta de materias primas con escasa incorporación tecnológica.<sup>2</sup>

No es una tarea fácil aislar el efecto puro del incremento del comercio, del efecto que proviene de la inclusión de las citadas cláusulas.<sup>3</sup> La primera parte del método consiste en estimar un modelo gravitacional para identificar los determinantes de los flujos de comercio bilateral. El modelo considera los acuerdos de comercio y distingue entre los que incluyen cláusulas de innovación y los que las excluyen. Esta estimación nos permitirá testear si los acuerdos con cláusulas de innovación afectan a las exportaciones, y en particular si afectan más a las exportaciones de productos con alto contenido tecnológico. De modo que la primera hipótesis es que los tratados con cláusulas de TTI fomentan un aumento en las exportaciones de bienes intensivos en tecnología.

En la segunda parte, se busca determinar si la transferencia tecnológica (de ideas y productos) que se genera a través del comercio internacional reduce de forma significativa la brecha tecnológica entre países. Y, si es necesario, una determinada cantidad de acuerdos para generar un impacto significativo.

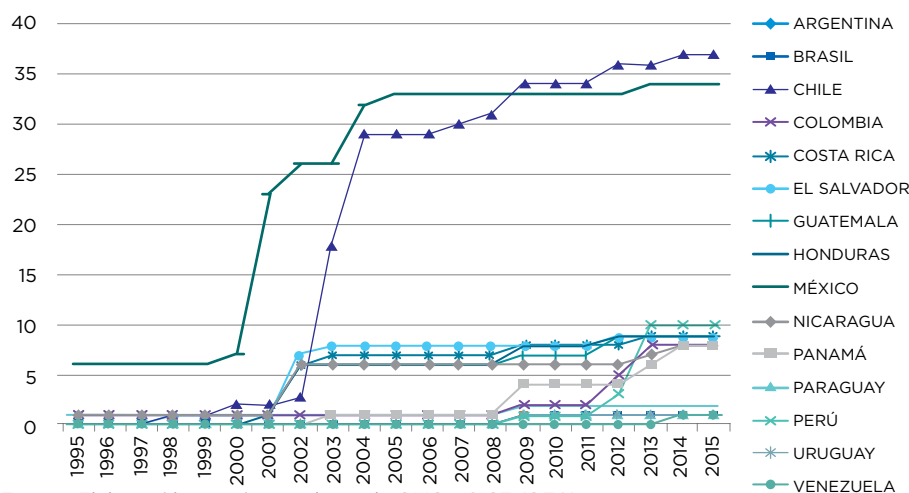
Utilizando la predicción obtenida de la ecuación de gravedad se estima un modelo de los determinantes de los gaps tecnológicos o brechas de innovación entre países. Dado que la innova-

CUADRO 1  
CONTENIDO EN INTERCAMBIO TECNOLÓGICO DE ACUERDOS COMERCIALES (TLCS)  
SELECCIONADOS FIRMADOS POR PAÍSES DE ALC CON CHINA, EE.UU. Y CANADÁ

ENTRADA EN VIGOR	PAÍSES	COOPERACIÓN TÉCNICA	TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	I+D E INNOVACIÓN	PATENTES Y PROPIEDAD INTELECTUAL
10/01/2006	CHILE-CHINA	Sí	Sí	Sí	Sí
01/03/2010	PERÚ-CHINA	Sí	Sí	Sí	Sí
01/08/2011	COSTA RICA-CHINA	Sí	Sí	Sí	Sí
01/01/2004	CHILE-EE. UU.	Sí	No	Sí	Sí
01/02/2009	PERÚ-EE. UU.	Sí	Sí	Sí	Sí
15/05/2012	COLOMBIA-EE. UU.	No	No	No	No
31/10/2012	PANAMÁ-EE. UU.	Sí	Sí	Sí	Sí
15/08/2011	COLOMBIA-CANADÁ	No	No	No	No
05/07/1997	CHILE-CANADÁ	Sí	No	No	No
01/11/2002	COSTA RICA-CANADÁ	Sí	No	No	No
01/04/2013	PANAMÁ-CANADÁ	Sí	No	No	No
01/08/2009	PERÚ-CANADÁ	Sí	No	Sí	No

Fuente: Elaboración propia a partir de los textos legales de los acuerdos; OMC y OEA.

GRÁFICO 1  
NÚMERO DE SOCIOS COMERCIALES CON ACUERDOS CON CLÁUSULAS DE TTI EN VIGOR



Fuente: Elaboración propia con datos de OMC y SICE (OEA).

ción y la tecnología son bienes en gran parte públicos, se prestan a la difusión a través de las fronteras (Grossman y Helpman, 1990; Coe y Helpman, 1995), por ejemplo, copiar nuevos productos puede hacerse sin incurrir en grandes costes y la capacidad de adoptar nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos depende en parte de los niveles de capital humano y de capital físico de los países que potencialmente podrían adaptarlas. Por tanto, se espera que el nivel de capital humano también influya en la velocidad a la que se transmiten las nuevas tecnologías (Coe, Helpman y Hoffmaister, 1997).

### Especificación del modelo

El modelo de gravedad ha sido ampliamente utilizado para predecir los flujos de comercio bilateral entre países en las últimas décadas y se considera el “caballo de batalla” en el análisis del comercio internacional (Feenstra, 2004), dado que se trata de

un modelo estructural con sólidos fundamentos teóricos (Eaton y Kortum, 2002; Anderson y Van Wincoop, 2003; Allen, Arkolakis y Takahashi, 2014). En particular, es adecuado para estimar los efectos de las políticas comerciales, como también la importancia de los costes de comercio asociados con la distancia y la facilitación comercial. Dos de las propiedades más apreciadas del modelo son su estructura extremadamente flexible para acomodar factores que afectan al comercio y su elevado poder predictivo para flujos agregados de comercio.

En su forma más simple, el modelo de gravedad aplicado al comercio predice que las exportaciones bilaterales entre dos países son directamente proporcionales al producto de su “masa” económica e inversamente proporcional a los costes de comercio (la distancia) entre ellos. El rápido y constante desarrollo de nuevas técnicas para estimar el modelo basadas en los de-

sarrollos teóricos ha dado lugar a una serie de recomendaciones “prácticas” bien documentadas en Head y Mayer (2014) y más recientemente en Larch y Yotov (2016) y Piermartini y Yotov (2016). Siguiendo dichos desarrollos, la especificación del modelo gravitacional clásico viene dada por:

$$(1) \quad X_{ijt} = \text{Exp} \left[ \begin{matrix} \delta_{ij} + \tau_{ip} + \varphi_{jp} + \alpha_1 \ln Y_{it} + \\ + \alpha_2 \ln Y_{jt} + \alpha_3 \ln Pop_{it} + \\ + \alpha_4 \ln Pop_{jt} + \\ + TP_{ijt} + \sum_k \beta_k RTA_{k,ijt} \end{matrix} \right] \varepsilon_{ijt}$$

donde  $t$  representa el año y  $p$  los períodos de tiempo de varios años.  $X_{ijt}$  son las exportaciones del país  $i$  al país  $j$  en el período  $t$  en dólares corrientes.

Los efectos fijos asociados al comercio (bilaterales),  $\delta_{ij}$ , representan las características invariantes en el tiempo en la relación comercial entre  $i$  y  $j$ , y se incluyen para evitar sesgos debido a factores

no observables que afectan al comercio. Dado que la influencia de variables que son bilaterales e invariables en el tiempo, como la distancia geográfica, el idioma común o la frontera común, es absorbida por los efectos fijos bilaterales, no es posible estimar coeficientes para estos factores de forma directa.

Los efectos fijos de exportador-tiempo ( $\tau_{ip}$ ) y los efectos importador-tiempo ( $\varphi_{jp}$ ) representan todo tipo de barreras comerciales que son específicas de cada país y varían lentamente con el tiempo. Se supone que deben controlar la resistencia multilateral hacia el exterior y hacia el interior, es decir, las barreras comerciales de terceros países que afectan los costes del comercio. Utilizamos ventanas de 4 a 10 años ( $p$ ) para construir los efectos fijos exportador-tiempo e importador-tiempo, principalmente para tener en

CUADRO 2  
RESULTADOS DEL MODELO GRAVITACIONAL PARA EXPORTACIONES TOTALES Y SEGÚN SU GRADO DE CONTENIDO TECNOLÓGICO

Método: ppml_BTFE VARIABLES	(1) Xt	(2) Xht	(3) Xmt	(4) Xlt
LN Y_EXP	0,592*** (0,060)	0,714*** (0,076)	0,649*** (0,078)	0,757*** (0,078)
LN Y_IMP	0,777*** (0,098)	1,290*** (0,094)	0,723*** (0,102)	0,866*** (0,099)
LN POP_IMP	-1,626*** (0,516)	-4,466*** (1,019)	-1,247** (0,595)	-2,603*** (0,698)
LN POP_EXP	0,968** (0,438)	0,953 (1,003)	0,120 (0,609)	0,116 (0,653)
RTA_Tech	0,221*** (0,051)	0,252** (0,137)	0,143* (0,075)	0,196* (0,114)
RTA_NOTECH	0,039 (0,037)	0,125 (0,098)	-0,084 (0,054)	-0,148 (0,100)
OBSERVACIONES	23.202	23.013	23.139	23.097
R <sup>2</sup>				
NÚMERO DE ID	1.112	1.103	1.109	1.107

Nota: Errores estándar robustos a la heterocedasticidad entre paréntesis. \*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1. Xt indica exportaciones totales, Xht, Xmt y Xlt indican exportaciones de alto, medio y bajo contenido tecnológico, respectivamente. Todas las estimaciones contienen efectos fijos bilaterales (BTFE) y los factores de resistencia multilateral (MRT). Ppml indica pseudo Poisson máxima verosimilitud.

Fuente: Elaboración propia.

cuenta factores tales como instituciones, infraestructura o factores culturales que varían lentamente. En tanto  $Y_{it}$  ( $Y_{jt}$ ) indica el PIB del exportador (importador),  $Pop_{it}$  ( $Pop_{jt}$ ) son las poblaciones del exportador (importador).

La variable  $RTA$  denota ser miembro común (par de países  $ij$ ) de acuerdos de comercio en el período  $t$ , donde  $k$  refiere a si el acuerdo contiene cláusulas de innovación y transferencia de tecnología ( $k=1$ ), o si no posee ( $k=0$ ).  $TP_{ijt}$  representa factores bilaterales variantes en el tiempo, como ser miembros de uniones monetarias (CU), o de la Organización Mundial del Comercio (OMC).<sup>4</sup> Por último,  $\varepsilon_{ijt}$  es el término error que se asume idénticamente e independientemente distribuido.

La estimación del coeficiente de la variable  $RTA$  nos permitirá evaluar el cambio de las exportaciones bilaterales utilizando la información antes y después de la firma de cada acuerdo, por tanto, indicando si las exportaciones entre cada par de países miembros de un  $RTA$  han aumentado de forma significativa como consecuencia del acceso al área de integración o no.

Para determinar si el comercio y las cláusulas tecnológicas en los acuerdos de comercio dan lugar a la difusión de tecnología y en base a las consideraciones teóricas expuestas, proponemos una variación para el modelo de forma tal que identifique los determinantes de la brecha de innovación, y que viene dado por la siguiente expresión:

$$(2) \quad \ln \left( \frac{RD_{it}}{RD_{jt}} \right) = \gamma_1 + \delta_t + \gamma_2 \ln \left( \frac{RRD_{it}}{RRD_{jt}} \right) + \gamma_3 \ln \left( \frac{TRD_{it}}{TRD_{jt}} \right) + \gamma_4 \ln \left( \frac{Open_{it}}{Open_{jt}} \right) + \gamma_5 \ln \left( \frac{IPR_{it}}{IPR_{jt}} \right) + \gamma_6 RTA_{k,ijt} + \varepsilon_{ijt}$$

donde  $RD_{it}$  ( $RD_{jt}$ ) es el gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB en el país  $i$  ( $j$ ) en el período  $t$ . Como variables dependientes alternativas también se utilizarán el número de patentes, ( $Pat_{it}/Pat_{jt}$ ) por habitante y el número de artículos en revistas técnicas y científicas ( $STJ_{it}/STJ_{jt}$ ).  $RRD_{it}$  ( $RRD_{jt}$ ) es el número de investigadores por cada millón de habitantes en  $i$  ( $j$ ), respectivamente en el período  $t$ ,  $TRD_{it}$  ( $TRD_{jt}$ ) es el número de técnicos por cada millón de habitantes en  $i$  ( $j$ ), respectivamente en el período  $t$ ,  $\frac{Open_{it}}{Open_{jt}}$  es el coeficiente de apertura externa y ha sido obtenido a partir de agregar la predicción de exportaciones por país de origen (destino)  $i$  ( $j$ ).<sup>5</sup>  $IPR_{it}$  ( $IPR_{jt}$ ) es la propiedad intelectual en  $i$  ( $j$ ) en el período  $t$ .  $Bilateral_{ijt}$  es la predicción del comercio entre los países  $i$  y  $j$  en el período  $t$  y  $RTA_{k,ijt}$  son variables ficticias que toman el valor 1 cuando  $i$  y  $j$  tienen un acuerdo comercial en vigor en el período  $t$  con el país ( $k=1$ ) y cláusulas de transferencia en tecnología, o el valor 0 en caso contrario.  $\gamma_{ij}$  representa la inclusión de efectos fijos bilaterales en la estimación, para mitigar la endogeneidad, y  $\delta_t$  indica la inclusión de efectos fijos de tiempo, para controlar por factores que varían con el tiempo y afectan de forma similar a todos los pares de países, como por ejemplo la frontera tecnológica en el mercado global.

Por último, para evaluar si una masa crítica de acuerdos es necesaria para tener un efecto en la capacidad innovadora de los países de América Latina, el tercer modelo estimado utiliza las variables que miden la innovación como variable dependiente y la principal variable explicativa es el número acumulado de acuerdos con cláusulas de innovación o transferencia de tecnología. Fue posible así

construir un panel que, siguiendo el ejemplo brindado en el cuadro 1, considere 14 países de la región seleccionados y sus respectivos acuerdos comerciales.

### Datos y variables

Los datos de comercio han sido extraídos de las series de comercio de la UNCTAD y los de innovación provienen de los indicadores de desarrollo del Banco Mundial. Los textos de los tratados comerciales fueron tomados de la OMC y de SICE, el Sistema de Información sobre Comercio Exterior de la Organización de Estados Americanos (OEA), que centraliza la información sobre tratados comerciales en la región.<sup>6</sup>

El gráfico 1 muestra la disparidad de tratados comerciales con cláusulas de TTI firmados por los países de América Latina. Puede verse que Chile y México son los más activos en la materia, con más de 30 acuerdos que han entrado en vigor.

### Principales resultados

Las estimaciones del modelo gravitacional se presentan en el cuadro 2. La primera columna presenta los resultados para las exportaciones totales, mientras que las columnas 2 a 4 muestran los resultados para exportaciones con distinto contenido tecnológico: alto, medio y bajo. El coeficiente de la variable de acuerdos de comercio con cláusulas de TTI ( $RTA\_tech$ ) es positivo y significativo para las exportaciones totales (columna 1), como también para las intensivas en tecnología (columna 2), mientras que no es significativo para aquellos acuerdos sin cláusulas ( $RTA\_notech$ ).<sup>7</sup>

Se puede observar que el efecto es mayor para las exportaciones de alto contenido tecnológico (columna 2) que para el resto y que, a su vez, para las exportaciones de medio y bajo contenido (columnas 3 y 4), el coeficiente es significativo al 10% (\*), lo cual indica que

CUADRO 3 ESTIMACIONES DEL MODELO PARA LAS VARIABLES DE INNOVACIÓN

VARIABLES DEP. GAP EN:	(1) RD gap	(2) Pat	(3) STJ	(4) RD	(5) Pat	(6) STJ
VARIABLES EXPL. LN RRD	0,258*** (0,032)	0,102 (0,120)	0,333*** (0,059)	0,268*** (0,031)	0,127 (0,120)	0,355*** (0,060)
LN TRD	0,064*** (0,008)	0,101** (0,051)	0,020 (0,014)	0,064*** (0,009)	0,103** (0,052)	0,023 (0,015)
LN IPR	0,015 (0,020)	0,002 (0,046)	0,069* (0,038)	0,015 (0,019)	0,010 (0,046)	0,068* (0,037)
LN BILTRADE	0,035** (0,017)	-0,089 (0,087)	-0,124*** (0,027)	0,036** (0,017)	-0,106 (0,089)	-0,136*** (0,028)
LN OPEN	0,032*** (0,011)	0,098** (0,042)	0,116*** (0,025)	-0,736*** (0,241)	0,756 (0,646)	0,330 (0,514)
RTA_TECH	-0,131*** (0,048)	-0,313*** (0,102)	-0,109 (0,068)	-0,138*** (0,047)	-0,247** (0,103)	-0,055 (0,074)
RTA_NOTECH	0,002 (0,011)	1,159*** (0,061)	0,087*** (0,026)	0,012 (0,011)	1,141*** (0,062)	0,074*** (0,026)
OBSERVACIONES	2.893	2.607	2.847	2.970	2.678	2.925
NÚMERO DE ID	420	372	420	423	374	423
ADJUSTED R-SQUARED	0,344	0,099	0,295	0,340	0,091	0,251

Nota: Errores estándar robustos a la heterocedasticidad entre paréntesis. \*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1. RD, Pat y STJ indican el gap entre países en I+D como porcentaje del PIB, número de patentes por habitante y STJ es el número de artículos en revistas técnicas y científicas. Fuente: Elaboración propia.



es estimado con menor precisión que en el caso de la columna 2.

Los países miembros de acuerdos con cláusulas TTI comercian un 25% más después del acuerdo en comparación con países que no son miembros de dichos acuerdos. El efecto se incrementa hasta un 29% más si tomamos exportaciones en alto contenido tecnológico.

El cuadro 3 presenta las estimaciones de la ecuación (2) para tres variables dependientes, gap en I+D, gap en número de patentes y gap en número de artículos técnicos y científicos. La primera parte del cuadro estima la ecuación (2) con efectos fijos bilatera-

les y de tiempo, mientras que la segunda parte incluye retardos de las variables clave (los cinco primeros retardos)<sup>8</sup> para controlar mejor la posible endogeneidad de las variables de comercio (open, Biltrade, RTA) en el modelo. La segunda parte del cuadro muestra que los acuerdos con cláusulas TTI reducen el gap en gasto en I+D como porcentaje del PIB de los países miembros de acuerdo (columna 4, coeficiente de RTA\_tech= -0,138) y reduce el gap en el número de aplicaciones en patentes por habitante (columna 5, coeficiente de RTA\_tech= -0,247). En el primer caso la reducción es de un 15% y en el segundo, de un 28% acumula-

### BRECHA TECNOLÓGICA Y EMPLEO

Este trabajo analiza el efecto que tienen los acuerdos de comercio sobre las exportaciones con contenido tecnológico y sobre la brecha tecnológica en general.

Se relaciona así con la vasta literatura que vincula el grado de innovación de una economía con su mercado laboral al menos desde el trabajo pionero de Galí (1996), que muestra el efecto positivo que tienen los *shocks* de tecnología en la productividad de los factores.

En relación con la inserción internacional, existe un efecto multiplicador en determinadas tecnologías. Según Baldwin (2006), la incorporación de avances en las tecnologías de comunicación (TIC) actúa reduciendo los costos y facilita la incorporación de un país determinado a cadenas productivas globales mediante el aprendizaje de una mayor habilidad para coordinar y monitorear la producción a larga distancia, con su consecuente impacto en el empleo. Se trata solo de un ejemplo donde la disminución de la brecha tecnológica puede generar nuevas oportunidades laborales y de inserción comercial.

Al mismo tiempo, la innovación puede afectar el mercado laboral, tanto alterando la brecha salarial, como la cantidad neta de puestos de trabajo. A modo de ejemplo, Bloom, Draca y Van Reenen (2011) definen el “Task-Biased Technical Change” como un fenómeno por el cual el cambio técnico afecta al empleo a través de la sustitución de tareas rutinarias.

Otros matices de la relación entre tecnología y empleo se estudian a lo largo de esta edición de la revista *Integración & Comercio*.

CUADRO 4 ESTIMACIONES DEL MODELO PARA LAS VARIABLES DE INNOVACIÓN-COMPONENTES AGREGADOS

VARIABLES	(1) Ln RD	(2) lnPat-residentes	(3) Ln Pat no residentes
LN BILTRADE	0,112** (0,035)	0,253** (0,059)	0,076** (0,028)
RTA_TEC1	0,242* (0,132)	0,663*** (0,175)	-0,175 (0,204)
EFFECTOS FIJOS DE TIEMPO	SÍ	SÍ	SÍ
EFFECTOS FIJOS PAÍS	SÍ	SÍ	SÍ
OBSERVACIONES	185	218	231
NÚMERO DE ID	16	18	19
ADJUSTED R-SQUARED	0,025	0,154	0,451

Nota: Errores estándar robustos a la heterocedasticidad entre paréntesis. \*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1. RD y Pat indican gasto en I+D por habitante y número de aplicaciones de patentes por habitante.

Fuente: Elaboración propia.

do comparando antes y después de la firma de los acuerdos. Mientras que no hay efecto significativo para el gap de publicaciones [columnas (3) y (6)].

Finalmente, en el cuadro 4 agregamos los distintos componentes de la estimación para obtener el efecto puro sobre los niveles de gasto en investigación y desarrollo, y de patentes. En este caso diferenciamos entre aplicaciones de patentes hechas por residentes y aplicaciones hechas por no residentes, porque esperamos que el efecto pueda ser diferente. La primera columna indica el efecto de la existencia de acuerdos con cláusulas de innovación y tecnología. En este caso, RTA\_tec1 toma el valor 1 para un país cuando tiene más de diez acuerdos con cláusulas en vigor con otros países.<sup>9</sup> Los únicos países de América Latina que tienen más de diez socios con quienes firmaron acuerdos que incluyen cláusulas de TTI son Chile y México (gráfico 1).

El coeficiente de RTA\_tec1 es positivo y significativo en la columna (1) lo que indica que los países con más de 10 RTA con cláusulas tienen un gasto en I+D como porcentaje del PIB un 25% mayor que los demás países. La segunda columna indica que el número de patentes solicitadas por residentes es un 94% mayor, casi el doble en países para los cuales RTA\_tec1 toma el valor 1.

Por tanto, resultados preliminares indican que es necesaria una masa crítica

15%  
 PUEDE REDUCIRSE LA  
 DIFERENCIA EN  
 INDICADORES  
 TECNOLÓGICOS ENTRE  
 DOS PAÍSES CON ACUERDO



de países firmantes de los acuerdos para que se observen efectos positivos sobre el nivel de innovación en los países miembros.

Es importante destacar aquí que los resultados presentados en este trabajo están basados en una muestra reducida de países y por tanto es necesario corroborarlos con una muestra más amplia que incluya, no solo los países del continente americano, sino también todos los países de la OCDE más los países BRICS y aquellos que hayan participado activamente en los acuerdos de comercio de nueva generación que incluyen cláusulas relacionadas con la innovación, transferencia de tecnología, etc. Esto es especialmente relevante para las estimaciones del cuadro 4, basadas en muestras de menos de 20 países y con alrededor de 200 observaciones.

## IMPLEMENTACIÓN EXITOSA

Los tratados de comercio pueden incluir mecanismos específicos de intercambio tecnológico, cooperación técnica y fomento a la innovación y desarrollo, incentivos que pueden quedar opacados si se profundiza la tendencia a la producción de materias primas con escaso valor agregado también como resultado del acuerdo.

La evidencia empírica analizada muestra que los países que han firmado acuer-

dos comerciales con disposición de transferencia de tecnología logran un incremento de sus exportaciones con contenido tecnológico, especialmente en el segmento de alta tecnología, con un efecto que alcanza el 29%.

Además, la brecha tecnológica entre países que firman acuerdos de este tipo tendería a cerrarse, según las estimaciones realizadas entre 15% y 28% según la medida adoptada, pero es necesaria una masa crítica de acuerdos para que el impacto resulte significativo.

No existiría entonces tal cosa como un sesgo anti-innovación ocasionado por la apertura comercial vinculada a la firma de acuerdos entre países que genere una tendencia a la primarización de las economías. Por el contrario, los acuerdos comerciales con disposiciones tecnológicas contribuirían no solo a elevar las exportaciones, sino especialmente las exportaciones de alto contenido tecnológico. También ayudarían a cerrar la brecha tecnológica entre los países firmantes.

De la investigación se desprende que los países deberían abogar por incluir cláusulas de transferencia de tecnología e innovación en sus negociaciones comerciales. Sin embargo, el éxito último dependerá no solo de la letra del acuerdo, sino de la posterior implementación del mismo a partir de medidas concretas y efectivas basadas en los convenios realizados. ☁

de América Latina, dado que no son miembros de uniones monetarias y todos los considerados pertenecen a la OMC en el período de análisis.

<sup>5</sup> Tanto en este caso como en el comercio bilateral, la predicción se hace siguiendo el método explicado con detalle en el apéndice A.1.2 de Martínez-Zarzoso y Oueslati (2016) y propuesto por Frankel y Romer (1999).

<sup>6</sup> Como países exportadores consideramos: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El

Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay, Venezuela. Mientras que en el grupo de importadores se encuentran: Argentina, Guatemala, Polonia, Australia, Austria, Honduras, Corea, Bélgica, Hungría, Rusia, Belice, Islandia, Eslovaquia, Bolivia, Brasil, Irlanda, Sudáfrica, Canadá, Israel, España, Chile, Italia, Surinam, China, Japón, Suecia, Colombia, Letonia, Suiza, Costa Rica, Luxemburgo, Turquía, Dinamarca, México, Estados Unidos, Ecuador, Países Bajos, Reino Unido, El Salvador, Nueva Zelanda, Uruguay, Estonia, Nicaragua, Venezuela, Finlandia, Noruega, Francia, Panamá, Alemania, Paraguay, Grecia, Perú.

<sup>7</sup> Cabe destacar que en la muestra hay solo tres acuerdos sin ninguna cláusula sobre innovación o transferencia de tecnología y son los tres muy recientes (Colombia-Canadá, Panamá-Chile y Colombia-Estados Unidos). Por ello, la no significatividad del coeficiente (RTA\_notech) para las exportaciones se debe probablemente a que el período en vigor es demasiado corto y no hay suficiente información en la muestra para obtener un coeficiente estimado con

precisión. De hecho, si consideramos que en la columna (2) el coeficiente podría ser estadísticamente significativo con más observaciones, y asumiendo que la magnitud se mantiene, el valor es la mitad que el coeficiente de RTA\_tech y por tanto indicaría un efecto substancialmente menor en magnitud.

<sup>8</sup> Solo los retardos 3-5 de la variable RTA\_tech (en los modelos 4 y 5) muestran coeficientes significativos, indicando que el gap de RD o Pat se reduce entre tres y cinco años después de la entrada en vigor del acuerdo. Los coeficientes que se muestran en el cuadro 2 son la suma de los coeficientes de los tres respectivos retardos y el correspondiente error estándar calculado con el comando `lincom` de Stata.

<sup>9</sup> Estimaciones para distintas definiciones de la variable RTA\_tech1 (=1 para países con más de 5, 7 y 8 acuerdos) indican que el coeficiente de RTA\_tech1 es positivo, pero no es estadísticamente significativo, por tanto el correspondiente intervalo de confianza contiene el cero, y no podemos descartar que no exista una relación estadística entre RTA\_tech1 y las tres *proxies* utilizadas como variables dependientes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, T., Arkolakis, C. y Takahashi, Y. 2014. "Universal Gravity". NBER Working Paper No. 20787. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Anderson, J. y Van Wincoop, E. 2003. "Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle". NBER Working Paper No. 8079. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Bae, C. y Jang, Y. 2013. "The Impact of Free Trade Agreements on Foreign Direct Investment: The Case of Korea". *Journal of East Asian Economic Integration*. 17 (4): 417-445.
- Baghdadi, L., Martínez-Zarzoso, I. y Zitouna, H. 2013. "Are RTA agreements with environmental provisions reducing emissions?". *Journal of International Economics*. 90 (2): 378-390.
- Baldwin, R. 2006. "Globalization: The Great Unbundling(s)". Informe para la Oficina del Primer Ministro, Consejo Económico de Finlandia.
- Baumann, R. 2016. "Acuerdos hechos a medida. El camino a la flexibilidad". *Integración & Comercio*. 40: 150-175.
- Bloom, N., Draca, M. y Van Reenen, J. 2011. "Trade induced technical change? The impact of Chinese imports on Innovation, IT and Productivity". CEP Discussion Paper No. 1000. Londres: Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science.
- Chelala, S. 2016. El impacto en innovación de los acuerdos comerciales con China. Conexión INTAL N°243. BID.
- Coe, D. y Helpman, E. 1995. "International R&D spillovers". *European Economic Review*. Volume 39, Issue 5: 859-887.
- Coe, D., Helpman, E. y Hoffmaister, A. 1997. "North-South R&D Spillovers". *The Economic Journal*. 107 (440): 134-49.
- Eaton, J. y Kortum, S. 2002. "Technology, Geography and Trade". *Econometrica*. 70 (5): 1741-1779.
- Egger, P. y Pfaffermayr, M. 2004. "The impact of bilateral investment treaties on foreign direct investment". *Journal of Comparative Economics*. 32 (4): 788-804.
- Feenstra, R. 2004. *Advanced International Trade: Theory and Evidence*. Princeton: Princeton University Press.
- Frankel, J. y Romer, D. 1999. "Trade and Growth: An Empirical Investigation". NBER Working Paper No. 5476. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Galí, J. 1996. "Technology, employment, and the business cycle: do technology shocks explain aggregate fluctuations?". NBER Working Paper No. 5721. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Giordano, P. 2016. *Monitor de Comercio e Integración 2016*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Grossman, G. y Helpman, E. 1990. "Trade, Knowledge Spillovers, and Growth". NBER Working Paper No. 3485. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Head, K. y Mayer, T. 2014. "Gravity equations: Workhorse, toolkit, and cookbook". En: G. Gopinath, E. Helpman y K. Rogoff, editores. *Handbook of International Economics*, Vol. 4. Amsterdam: Elsevier-North Holland.

Hoppe, M. 2005. "Technology Transfer Through Trade". Nota di Lavoro No. 19.2005. Milán: Fondazione Eni Enrico Mattei.

Jang, Y. 2011. "The Impact of Bilateral Free Trade Agreements on Bilateral Foreign Direct Investment among Developed Countries". *The World Economy*. 34 (9): 1628-1651.

Keller, W. 2004. "International Technology Diffusion". *Journal of Economic Literature*. 42 (3): 752-782.

Larch, M. y Yotov, Y. 2016. "General equilibrium trade policy analysis with structural gravity". WTO Working Paper ERSD-2016-08. World Trade Organization, Economic Research and Statistics Division.

Martínez-Zarzoso, I. 2016. "El impacto ambiental de los acuerdos comerciales". *Integración & Comercio*. 41: 162-175.

Martínez-Zarzoso, I. y Oueslati, W. 2016. "Are Deep and Comprehensive Regional Trade Agreements Helping to Reduce Air Pollution?". CEGE - Discussion Papers No. 292. Center for European, Governance and Economic Development Research.

Maskus, K. 2016. "Patents and Technology Transfer Through Trade and the Role of Regional Trade Agreements". East-West Center Working Papers: Innovation and Economic Growth Series No. 10. East-West Center.

Maskus, K. y Saggi, K. 2013. *Global Innovation Networks and their Implications for the Multilateral Trading System*. E15Initiative. Ginebra: ICTSD y World Economic Forum.

Piermartini, R. y Yotov, Y. 2016. "Estimating trade policy effects with structural gravity". WTO Working Paper No. ERSD-2016-10. World Trade Organization, Economic Research and Statistics Division.

# NANOSATÉLITES EN CENTROAMÉRICA

## INGENIERÍA ESPACIAL Y EXPORTACIÓN DE CONOCIMIENTO

Con el desarrollo del primer nanosatélite de Centroamérica, Costa Rica se propone capacitar a sus ingenieros, realizar actividades de I+D y promover la industria aeroespacial en la región. El proyecto Irazú consiste en un pequeño satélite cuya misión será monitorear el cambio climático en los bosques del país y que actualmente está siendo construido en el Tecnológico de Costa Rica (TEC) en alianza con la Asociación Centroamericana de Aeronáutica y del Espacio. Se espera que el satélite sea puesto en órbita en 2018. La iniciativa cuenta con el apoyo y asesoramiento internacional del Instituto de Tecnología de Kyushu, de Japón, y la Universidad Técnica de Delft, en Holanda.

Según Julio César Calvo-Alvarado, rector, y Adolfo Chaves Jiménez, investigador de la Escuela de Ingeniería en Electrónica, ambos del TEC, el proyecto Irazú también implicó la creación de un laboratorio especializado y de un equipo de ingeniería aeroespacial orientado a actividades de I+D.

### ¿En qué consiste el proyecto Irazú?

El objetivo fue lanzar una nueva área de desarrollo y, de esta manera, tener

en el país una nueva industria basada en el conocimiento. El segmento aeroespacial es uno de los que genera mayor valor agregado en el mundo y, a pesar de que Costa Rica tiene potencial en numerosas áreas, hasta ahora no había incursionado en él. Según un estudio de 2009, por ejemplo, el sector aeroespacial tenía ventas por US\$ 170 millones, pero sus productos no estaban articulados. Se ha avanzado mucho en ese aspecto, y en 2016 se fundó el Clúster aeroespacial.

### ¿Cómo evoluciona el sector en la actualidad?

Las etapas de diseño y construcción del satélite, que se están llevando a cabo, finalizarán este año. Luego, el Instituto de Tecnología de Kyushu se ocupará de realizar las pruebas, certificaciones y el lanzamiento del satélite, que será puesto en órbita a principios de 2018 en la Estación Espacial Internacional. Pero además de ser una aplicación para que nuestros investigadores puedan desarrollar sus capacidades, quisimos que tuviera una misión científica de alto impacto social en el país, como es el cambio climático, ya

# 33

SON LOS SATÉLITES QUE TIENEN EN ÓRBITA LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

que Costa Rica se propone ser un país carbono neutral en 2021. Mediante un dispositivo digital con sensores que desarrollamos, será posible medir de manera automatizada cuánto y cómo crecen diariamente los árboles en una zona rural del país.

### ¿Por qué se eligió la tecnología CubeSat para desarrollar el satélite?

En general, este tipo de satélites tiene solo fines educativos y de investigación, pero nosotros quisimos darle también una misión. CubeSat es una plataforma estándar, pequeña y de bajo costo para construir satélites muy pequeños. Fue diseñada por varias universidades que tienen la carrera de ingeniería aeroespacial con el objetivo de que sus estudiantes se formen creando un satélite. Estos dispositivos tienen una forma de cubo específica y pesan aproximadamente 1 kilogramo. Se usan en varios países y todas las agencias espaciales tienen la capacidad de lanzarlos. Este estándar se popularizó gracias al avance de la microelectrónica, que ha permitido tener mejores baterías y procesadores. Fue una tecnología disruptiva, que hizo posible pensar en hacer misiones con satélites de menor tamaño.

### ¿Cuál es el impacto en el empleo de la industria de nanosatélites?

En el Clúster trabajarán ingenieros

altamente calificados con experiencia en proyectos aeroespaciales y que estarán capacitados en los estándares internacionales. Además, las empresas extranjeras que deseen invertir o las locales que se quieran desarrollar, ahora saben que Costa Rica tiene experiencia y profesionales con conocimientos en ingeniería aeroespacial. La meta es tener un programa sostenible de desarrollo de satélites para trabajar en las necesidades del país.

### ¿Cuáles son las perspectivas de este sector en la región?

Los proyectos de CubeSat son incipientes en América Latina, pero tienen mucha influencia como herramienta para comenzar a promover la industria aeroespacial. De hecho, han servido para que muchos países, como el caso de Colombia y Ecuador, lancen sus primeros satélites. Ya hay 33 satélites latinoamericanos en órbita. También Brasil y la Argentina ven los nanosatélites como un área de desarrollo. Estos dispositivos permiten realizar misiones espaciales de manera más efectiva; por ejemplo, se pueden lanzar “constelaciones” de varios de ellos, lo que permite aprovechar capacidades como la visión en estéreo (que implica el uso de dos cámaras), utilizar equipos más livianos y económicos, y tener más redundancia ante fallas. ☁️



“

El  
comercio  
produce  
un **derrame**  
tecnológico

”



**JOHN VAN REENEN**

Instituto Tecnológico de Massachusetts

JOHN VAN REENEN, PROFESOR DEL PRESTIGIOSO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MASSACHUSETTS (MIT), ES UNO DE LOS AUTORES MÁS CITADOS EN EL ÁREA DE CAMBIO TECNOLÓGICO Y EMPLEO. ADEMÁS DE UNA DESLUMBRANTE CARRERA ACADÉMICA, ACUMULA EXPERIENCIA DE TRABAJO COMO ASESOR EN DOWNING STREET Y EN 2016 FUE GALARDONADO CON LA MEDALLA DE LA ORDEN DEL IMPERIO BRITÁNICO POR SU APORTE EN POLÍTICAS PÚBLICAS. EN ESTA ENTREVISTA DESTACA EL ROL DEL COMERCIO PARA GENERAR DERRAMES DE TECNOLOGÍA Y LA NECESIDAD DE COORDINAR PROGRAMAS DE REENTRENAMIENTO Y RELOCALIZACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO PARA MITIGAR EL IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN.

### ¿Qué consecuencias produce la apertura económica en la innovación?

La evidencia que hemos recogido acerca del impacto de China sobre miles de firmas en doce países europeos sugiere que aquellos que se encuentran más expuestos a la competencia de las importaciones chinas innovan tecnológicamente y en términos de gerenciamiento y, si sobrevivieron, incrementaron sustancialmente sus niveles de productividad. Observamos tanto los cambios de largo plazo como el experimento natural que se produjo cuando China ingresó a la Organización Mundial del Comercio y se hizo beneficiaria de la virtual eliminación de contingentes arancelarios en textiles e indumentaria en el transcurso de los siguientes cinco años. Esto produjo un enorme incremento de las importaciones procedentes de China y despidos masivos. Las firmas que sobrevivieron lo hicieron innovando: salieron al mercado con nuevos productos y materiales que les permitieron subir la vara de la calidad, un aspecto en el que a China le resulta más difícil competir. La productividad aumentó tanto a través de la innovación como por la salida de aquellas firmas menos productivas, con tecnologías más retrasadas y menores niveles de capacitación.

### ¿Cómo pueden los países en desarrollo generar derrames de tecnología?

Para los países en desarrollo, el punto crítico es adoptar nuevas tecnologías, es decir, beneficiarse de los derrames, más que tratar de ampliar la frontera, lo que resulta difícil, arriesgado y costoso. Un buen método para hacerlo es asegurarse de que haya una fuerte base de capital humano; apertura al comercio y a las inversiones extranjeras; y contratos e instituciones estables. Todas las veces que observamos a las industrias con crecimiento más rápido de la productividad, encontramos que la investigación y el desarrollo tienen dos caras. Ayudan a generar más innovación, el efecto convencional, pero también ayudan a las firmas a absorber las ideas que se crean en otros países. Si queremos aprender las mejores prácticas que podemos adoptar, tenemos que poder interpretar los manuales para expertos. Por lo tanto, incluso en los países en desarrollo, resulta sensato contar con ciertas capacidades de investigación, a fin de tener la capacidad de absorción necesaria para adoptar las tecnologías de frontera. No obstante, el mejor camino a seguir es elegir cuidadosamente las áreas y no tratar de estar a la vanguardia en todos los campos.



TRAS DOCTORARSE EN ECONOMÍA EN LA UNIVERSIDAD DE LONDRES, JOHN VAN REENEN FUE DIRECTOR DE TECNOLOGÍA EN UNA EXITOSA *START-UP* DE *SOFTWARE*. SU PASIÓN POR LA INNOVACIÓN LO LLEVÓ A REALIZAR UNA LARGA SERIE DE PUBLICACIONES, ENTRE LAS QUE SE DESTACAN LAS SIGUIENTES:

- “HOW EFFECTIVE ARE FISCAL INCENTIVES FOR R&D? A NEW REVIEW OF THE EVIDENCE”. *RESEARCH POLICY*. CON B. HALL. 2000.
- “MAPPING THE TWO FACES OF R&D: PRODUCTIVITY GROWTH IN A PANEL OF OECD INDUSTRIES”. *REVIEW OF ECONOMICS AND STATISTICS*. CON R. GRIFFITH Y S. REDDING. 2004.
- “TRADE INDUCED TECHNICAL CHANGE? THE IMPACT OF CHINESE IMPORTS ON TECHNOLOGY, JOBS AND PLANT SURVIVAL”. CEP DISCUSSION PAPER 1000. CON N. BLOOM Y M. DRACA. 2011.
- “WAGE INEQUALITY, TECHNOLOGY AND TRADE: 21ST CENTURY EVIDENCE”. *LABOUR ECONOMICS*. 2011.
- *INVESTING FOR PROSPERITY: A MANIFESTO FOR GROWTH*. LONDRES: LSE. CON T. BESLEY. 2013.
- “HAS ICT POLARIZED SKILL DEMAND? EVIDENCE FROM ELEVEN COUNTRIES OVER 25 YEARS”. *REVIEW OF ECONOMICS AND STATISTICS*. CON G. MICHAELS Y A. NATRAJ. 2014.

### ¿Qué transformaciones ocasiona la actual revolución tecnológica en el mercado de trabajo?

El cambio tecnológico complementa o sustituye trabajos con distintos tipos de habilidades. En particular, las computadoras son más aptas para sustituir tareas rutinarias, pero es más difícil que asuman tareas no rutinarias. Por lo tanto, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienden a incrementar la demanda de trabajo analítico de alta gama, como médicos, abogados, científicos, al tiempo que empujan hacia abajo los salarios y los puestos de trabajo de aquellos que realizan tareas rutinarias. En el pasado, estas tareas rutinarias eran trabajos manuales no calificados, por ejemplo, el de los trabajadores de la línea de montaje, pero de manera creciente se incorporaron también los trabajos de niveles medios de calificación, como las tareas administrativas y contables, cuyos trabajadores se encuentran más cerca del centro de la distribución de habilidades. Los trabajadores con menores niveles de capacitación que realizan tareas no rutinarias, el caso de los conserjes, trabajadores de limpieza o

LAS EMPRESAS PUEDEN SUBIR LA VARA DE CALIDAD DE SUS PRODUCTOS PARA COMPETIR CON ÉXITO EN ECONOMÍAS ABIERTAS

jardineros, para mencionar solo algunos, se encuentran solo en parte afectados. Por lo tanto, las TIC polarizan de manera creciente la fuerza de trabajo, ayudan al tercio más elevado, afectan en parte a los trabajadores de baja calificación con tareas no rutinarias, pero ejercen presión en el medio.

### ¿Qué tan efectivos son los incentivos fiscales para investigación y desarrollo?

Estos incentivos logran generar más I+D y más innovación si están bien diseñados. Podemos comprobar esto observando cómo reaccionan las firmas cuando se producen cambios en las políticas. Por ejemplo, en el año 2008, el Reino Unido amplió la definición de

pequeña o mediana empresa (pyme) con el objeto de otorgar mayores beneficios impositivos. De este modo, de la noche a la mañana, algunas empresas pasaron a ser elegibles para obtener beneficios fiscales más generosos para I+D. Descubrimos que las firmas que estaban apenas por debajo del umbral expandieron sus esfuerzos de I+D muchísimo más que aquellas que lo superaban por poco. Asimismo, durante los años subsiguientes, estas empresas llevaron a cabo más innovaciones, medidas por las patentes ponderadas por citaciones, y se volvieron más productivas, lo cual demostró que las firmas no estaban simplemente renombrando sus gastos existentes para obtener más subsidios del gobierno. A nivel macro, también hallamos que los créditos fiscales por I+D incrementan la actividad total en I+D y la productividad. Esto se debe a que los incrementos de I+D por parte de las firmas que se benefician de los subsidios gubernamentales también se derraman a otras empresas, amplificando así el impacto del crédito fiscal.

#### ¿Qué consecuencias sociales tiene la automatización del trabajo?

Si bien la automatización genera grandes oportunidades para mejorar la productividad, lo cual debería implicar mejoras en todos los ingresos a largo plazo, a corto plazo genera problemas sociales, ya que aquellos que se ven desplazados por la automatización pierden parte de su ingreso. Si pudiesen conseguir nuevos trabajos fácilmente, esto se-

ría menos problemático, pero a muchos trabajadores, sobre todo a los de edad más avanzada, les resulta sumamente difícil encontrar un nuevo empleo y, por lo tanto, puede generar mayor inequidad y el surgimiento de un peligroso populismo. Una de las formas de abordar este problema es tener muchos seguros de amplia cobertura que ayuden a los trabajadores a ajustarse a la automatización. Se trata de una mezcla entre un bienestar social generoso, por ejemplo, en servicios de salud, y ayuda para el reentrenamiento y la relocalización en mejores puestos de trabajo y nuevas ubicaciones geográficas.

#### ¿Cuál es el rol de las políticas públicas en este proceso?

Depende del país. Lo más importante es crear un marco estable que reduzca la incertidumbre. Las inversiones públicas pueden ser muy valiosas para hacer frente a las fallas de mercado. Pero también pueden ser un despilfarro si quedan sujetas a intereses políticos. Dado que las tasas de interés aún son muy bajas, este es un buen momento para realizar inversiones públicas. Las inversiones en infraestructura de energía, vivienda, transporte y banda ancha son áreas en las cuales es probable que el gobierno siempre se involucre. Tener instituciones estables y apoyar el financiamiento de largo plazo en estas áreas es importante porque sienta las bases para las inversiones del sector privado.

#### ¿Cree que debería haber límites éticos a las ganancias de productividad?

En verdad, no. El crecimiento de la productividad genera oportunidades para lidiar con problemas sociales de larga data –pobreza, inequidad, falta de acceso a la educación y a la salud–. También tendría que responder por las pérdidas ambientales, por supuesto. ¡El desafío actual no está dado por demasiado crecimiento, sino por demasiado poco! ☁

**LUIS BÉRTOLA**  
**JEFFREY WILLIAMSON**

(editores)

# La fractura

**Pasado y presente de la búsqueda de equidad social en América Latina**



Publicación conjunta del INTAL, sector de Integración y Comercio, y la Gerencia Social del BID que reúne expertos mundiales.

LA DIFICULTAD DE REINSERCIÓN LABORAL DE TRABAJADORES EN EDAD AVANZADA ES UNA FUENTE DE INEQUIDAD SOCIAL



INTAL LAB

ECONOMÍA

ANÁLISIS

Walter Sosa Escudero  
Noelia Romero  
Universidad de San Andrés

# *Big data* y comercio electrónico

Desafíos para  
la integración



La pregunta de si una computadora puede pensar  
no es más interesante que la pregunta de si  
un submarino puede nadar.

Edsger Wybe Dijkstra

LA IDEA DE *BIG DATA* SE REFIERE TANTO A LA CRECIENTE DISPONIBILIDAD DE DATOS MASIVOS PROVENIENTES DE FUENTES EN LÍNEA, COMO A LAS TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES Y ESTADÍSTICAS PARA SISTEMATIZARLOS Y EXTRAER INFORMACIÓN RELEVANTE. ESTE ARTÍCULO EXPLORA LOS ALCANCES DE *BIG DATA* EN EL CAMPO DE LA INTEGRACIÓN REGIONAL Y EL COMERCIO.

En junio de 2008, Chris Anderson, otrora editor de la influyente revista *Wired*, publicó un polémico artículo titulado “El fin de la teoría: el diluvio de datos torna obsoleto el método científico”, en donde, entre otras apreciaciones, dice: “Basta ya de teorías del comportamiento humano, desde la lingüística a la sociología. Olvídense de la taxonomía, la ontología y la psicología. ¿Quién sabe por qué la gente hace lo que hace? El punto es que lo hacen, y que podemos monitorearlo y medirlo con una fidelidad hasta ahora impensada. Con suficientes datos, los números hablan por sí mismos” (Anderson, 2008).

La masividad de datos digitales permitiría descubrir patrones para los cuales antes había que recurrir a alguna teoría, a fin de explotar al máximo los limitados datos disponibles. La visión más optimista y extrema de *big data* (al menos tal como lo interpreta Anderson en su polémico artículo) parece jactarse de la ausencia de una teoría subyacente, que a la luz de la masividad de los datos parece molestar más que ayudar. Es la explicación entorpeciendo la medición y el pronóstico.

Entre 2005 y 2014, el tráfico de información pasó de 4,7 TB a 211,3 TB por segundo. El símbolo TB hace referencia a *terabyte*, medida de volumen de información que progresivamente reemplazó en el lenguaje popular a *byte*, *kilobyte*, *megabyte* y *gigabyte* a medida que estas fueron quedando obsoletas ante el abaratamiento de los costos de producción y procesamiento de información.

Un *terabyte* es, aproximadamente, un billón de bytes. A modo de cuantificar la magnitud de estas cifras, en un solo *terabyte* (de los aproximadamente cinco que se generan cada segundo) entrarían 350 episodios completos de la serie *Los Simpson*, o 250.000 canciones en MP3, o 500.000 fotografías digitales, o una cantidad de texto que requeriría talar 50.000 árboles para producir el papel necesario para imprimirlo.

Naturalmente, *big data* hace referencia a “muchos datos”, es decir, al virtual “diluvio de datos” proveniente de las interacciones originadas en la internet, en las transacciones electrónicas, en el sistema de posicionamiento global (GPS) o en los teléfonos celulares, entre varios otros.

## BIG INTEGRACIÓN

La naturaleza internacional e interactiva de su esencia permite vislumbrar un enorme potencial de las aplicaciones de comercio e integración relacionadas con la masividad de datos. El campo del comercio es particularmente fructífero en la proliferación de datos electrónicos provenientes de las transacciones internacionales, a la luz de los dramáticos avances en cuestiones de globalización.

Si bien la literatura existente es todavía escasa (sobre todo en los círculos académicos), las oportunidades para el comercio y la integración se relacionan con los siguientes factores.

Logística: como mencionaremos más adelante, es un área particularmente sen-

sible a la disponibilidad inmediata de información, en una disciplina atravesada por complejos problemas de optimización cuyo abordaje se puede beneficiar enormemente de esta tecnología intensiva en datos y algoritmos.

Conocimiento del consumidor: en forma similar a la neurociencia, la proliferación masiva de datos de altísima granularidad permite adecuar con precisión las demandas específicas de los consumidores, a la luz de sus hábitos, preferencias y localización, fácilmente detectables y cuantificables a la luz de las nuevas tecnologías.

Administración de controles aduaneros: la disponibilidad de datos y su posibilidad de intercambio instantáneo pueden bajar considerablemente los costos de coordinación de trámites aduaneros y la compleja operatoria de los controles de seguridad.

Escalas: la drástica caída en los costos de procesamiento de datos y la rápida disponibilidad de información precisa sobre mecanismos de producción y venta –otrora disponibles solo para grandes emprendimientos– puede facilitar considerablemente la entrada al comercio de pequeños establecimientos. Esta potencial socialización del conocimiento y la tecnología es una de las principales promesas de *big data*.

Difusión del conocimiento: el paradigma de *big data* permite difundir muy velozmente y a costo mínimo una gran cantidad de procesos operativos e ideas, que pueden ser inmediatamente aprovechados por una enorme variedad de agentes pequeños y grandes. En particular, como discutiremos más adelante, la información de precios, regulaciones, costos, clima y otras variables clave para la toma de decisiones en comercio puede ocurrir en forma prácticamente virtual y a costos que caen drásticamente.

Gestión del riesgo: los mecanismos del

50%  
DE LOS FLUJOS  
GLOBALES DE COMERCIO  
REPRESENTAN LAS  
ECONOMÍAS EMERGENTES

GPS, los enormes avances en meteorología de corto plazo y los dispositivos de rastreo (*tracking*) industrial pueden alterar por completo la forma en la que se computan y evalúan los riesgos de la actividad comercial, antes relegados a complejos cálculos actuariales en base a información histórica.

El reporte de Manyika *et al.* (2016) es particularmente iluminador en varias de estas cuestiones. Los autores analizan los cambios en los flujos internacionales de comercio, las medidas típicas, las tendencias y la introducción de nuevas formas de medir los flujos entre países a partir de la conexión global. En particular, remarcan que el mundo está más interconectado, al punto tal que las economías emergentes representan la mitad de los flujos globales de comercio. Así y todo, estos avances en la interconectividad han ocurrido a tasas marcadamente heterogéneas: a la fecha, aproximadamente el 21% de los hogares en el percentil 40 de la distribución de ingresos de sus respectivos países no tiene acceso a celulares y el 71% no tiene acceso a internet (Banco Mundial, 2016). Este es un punto importante, ya que impone un límite natural al alcance y a la significatividad de la información proveniente de medios electrónicos. Manyika *et al.* (2016) resaltan también los cambios notorios en la forma en la que se realizan negocios, a la luz de importante disminución de los costos de transacción e interacción internacional.

## APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

La idea de aprendizaje automático (*machine learning*), numérico o estadístico hace referencia a una variedad de algoritmos computacionales, matemáticos, lógicos y numéricos que permiten aprender a partir de datos. A diferencia de la estadística clásica, en donde se presupone la existencia de una suerte de modelo teórico cuyos parámetros o aspectos desconocidos son estimados a partir de datos, en la lógica del aprendizaje automático son los propios datos los que guían la construcción de un modelo. Es en este sentido que el método permite “aprender” el modelo, iterativamente, en pos de un objetivo concreto, que en general consiste en predecir, clasificar o tomar decisiones.

A modo de ejemplo, un modelo que clasifica quiénes reciben un crédito o no parte de datos preexistentes de créditos pasados (otorgados o no) y en base a las características de los receptores (solventía financiera, cuestiones demográficas, etcétera) construye un modelo que predice la probabilidad de repago de un crédito. Este modelo prototípico es evaluado a la luz de nuevos datos y reelaborado para aumentar su precisión predictiva. A este tipo de razonamiento se lo conoce como “aprendizaje supervisado”: la existencia de datos previos sobre pagos de créditos guía la construcción de un modelo para la predicción. En el caso de aprendizaje no supervisado, los datos previos no asisten la clasificación o la predicción. Un ejemplo típico es el uso de una base de datos de características sociodemográficas a fines de clasificar a la población en pobres y no pobres (para una aplicación de este enfoque, ver Caruso, Sosa-Escudero y Svarc, 2015). Sin observar el estatus de pobreza de nadie, el objetivo es construir dos grupos, uno con características inferiores que se diferencie del resto, y conjeturar que el primer grupo contiene a los pobres. James *et al.* (2013) es una muy buena introducción a los métodos de aprendizaje estadístico.

Estos cambios también transformaron radicalmente los mecanismos de producción. A modo de ejemplo, el comercio de bienes intermedios en el mundo cayó a la mitad entre 2011-2014, lo que sugiere que la cadena de valor global se está acortando. Estas modificaciones ocurrieron en forma conjunta con un proceso de creación de mercados y comunidades de escala global, con lo que aumentaron los consumidores potenciales y la forma de alcanzarlos.

Los mercados en línea incluyen redes sociales, medios digitales, sitios comerciales y páginas de todo tipo. Sitios como eBay, Amazon, Facebook o Alibaba facilitan la conexión de la oferta y la demanda entre países y abaratan con-

siderablemente los costos de entrada a la globalización a muchas empresas pequeñas. Las cifras son elocuentes: 900 millones de personas tienen conexión internacional a las redes sociales y 360 millones tienen acceso al comercio electrónico entre los países.

Los flujos de comercio global siguen concentrados en algunos países, mientras que la brecha entre los líderes y los demás disminuye lentamente. Manyika *et al.* (2016) estiman un índice de conexiones de los países ordenándolos por los flujos de comercio de bienes, servicios, finanzas, personas y datos. El crecimiento convergente es una auténtica oportunidad para los países atrasados.

El acceso en línea permite conocer

información sobre los productos en detalle, con respecto a su calidad y a su especificidad, lo que les permite a los consumidores tener un amplio rango de alternativas y tomar mejores decisiones de consumo. La expansión de productos digitales como los lectores de libros electrónicos, reproductores de música o servicios de radio o noticias en línea transforman radicalmente la noción de producto transado. Así, munido de un dispositivo y con un tan solo clic, un lector en América del Sur puede adquirir en forma inmediata un libro de un autor que reside en Asia. El trabajo tradicional, con nuevos tipos de trabajo *freelance*, da lugar a un mercado laboral más dinámico y global, independizándolo del sincronismo propio de la empresa o taller tradicional. Es decir, un traductor que vive en la India puede trabajar independientemente en su país de residencia para una empresa en América del Norte, sin la necesidad de coordinación de tiempos ni requiriendo la concurrencia física con su empleador.

## HACIA UN NUEVO ECOSISTEMA

La mera idea de ciudad o entorno puede verse alterada con la masividad de la información y la rápida velocidad de intercambio de bienes y servicios, lo que relativiza y redefine el espacio en donde ocurren las transacciones comerciales, y disminuye las barreras geográficas o naturales que históricamente atravesaban y determinaban el comercio internacional.

En este marco, Anselin y Williams (2015) redefinen la idea de proximidad en base a auténticos vecindarios digitales (*digital neighborhoods*), entendidos como aquellas zonas de la ciudad donde es más probable la utilización de una red social. Para ello, explotan la disponibilidad de datos georreferenciados

**5 MILLONES**  
DE PRECIOS EN UN DÍA  
SE PUEDEN ANALIZAR  
CON TÉCNICAS DE  
SCRAPING

a partir de redes sociales, como Twitter y Foursquare, y los relacionan con datos socioeconómicos a nivel de radio censal. Para identificar los *clusters* en la ciudad –a través de técnicas espaciales como el indicador de autocorrelación espacial LISA– definen la intensidad relativa de uso de localización (*location quotient*). Con dicha medida, definen las zonas digitales de mayor intensidad (*digital hot spots*) y menor uso relativo de las redes sociales (*digital deserts*).

Como principal resultado, encuentran que los vecindarios digitales ocurren en zonas comerciales de la ciudad y donde las comunidades experimentan una movilidad demográfica juvenil en ascenso. En particular, el cociente de localización relativo a la población es una mejor medida de la intensidad para Twitter, mientras que relativo a los negocios se tiene en cuenta mejor la dinámica de los usuarios para Foursquare. A partir de un análisis LISA de dichas medidas en la ciudad de Nueva York, distinguen que los barrios digitales se encuentran en gran medida asociados a los distritos de negocios y zonas como Williamsburg y Long Island, que atraen a población joven. En contraposición, las áreas de menor intensidad o cold spots se encuentran en barrios residenciales o de inmigrantes. Por ello, dichas localidades que tienen proyectos de mayor desarrollo están orientadas a lo digital o atraen mayor interés del uso de los medios sociales.

El trabajo de Anselin y Williams (2015) debe ser entendido como un

## TECNOLOGÍA DE PUNTA

Uno de los desafíos que plantea big data es la masividad de datos generados por mecanismos cuyo propósito no necesariamente es generar información. A modo de ejemplo, los dispositivos domésticos que usan el sistema de GPS tienen como principal propósito guiar al usuario en el tránsito. Naturalmente, estos dispositivos son capaces de producir una masiva cantidad de datos de tránsito, en forma completamente espontánea y no estructurada y que pueden ser usados para distintos fines, tales como el mismo ordenamiento del tránsito, la prevención de accidentes u otros más lejanos, como el monitoreo del crimen o la localización de distintos grupos sociodemográficos (pobres, ricos, jóvenes, migrantes, etcétera).

Internet de las cosas (*internet of things*) hace referencia a la red de objetos (“cosas”) de uso cotidiano o industrial y que conectadas electrónicamente a alguna red (internet, por ejemplo) pueden servir el doble propósito de resolver una cuestión concreta (guiar el tránsito, por ejemplo) a la vez de alimentar bases de datos que puedan ser utilizadas con múltiples propósitos. El término máquina-a-máquina (*machine-to-machine*) usualmente es percibido como una suerte de subconjunto industrial de internet de las cosas, relacionado con la interacción informativa producida por procesos industriales. Un ejemplo es el uso de sensores ubicados en máquinas en una planta, que transmiten en forma continua información (técnica, ambiental, etcétera) a una central remota y que puede ser usada tanto para controlar la operatoria del proceso de manufactura como para la toma de decisiones estratégicas.

simple ejemplo (extrapolable) de cómo la tecnología y los datos que ella aporta pueden alterar radicalmente la noción de cerca-lejos central para el comercio y la integración, antes relegada a una caracterización fundamentalmente geográfica y natural, y ahora reemplazada por topologías virtuales más relacionadas a la interconectividad electrónica que física. El trabajo de Sagl, Delmelle y Delmelle (2014), para el caso de la ciudad de Údine, al norte de Italia, es otro ejemplo relevante de cómo *big data* e internet de las cosas pueden alterar por completo la noción de espacio geográfico.

## COMERCIO DIGITAL

El reporte de United States International Trade Commission (2014) trata sobre el comercio digital dentro de Es-

tados Unidos y con otros países y sobre los efectos de las barreras al intercambio digital. En particular, hace énfasis en el rol del comercio vía internet<sup>2</sup> entre estados y con los países que comercian con Estados Unidos, y sobre cómo diversas barreras al comercio digital afectan el acceso de dicho a país en los mercados globales. Realiza un análisis a nivel global de toda la economía americana con datos del Proyecto de Análisis Global de Comercio (GTAP, por sus siglas en inglés), a nivel industria con una encuesta realizada por la Comisión de Comercio Internacional de los Estados Unidos<sup>3</sup> y a nivel firma con diez casos de estudios, a fines de destacar la importancia del comercio digital en la industria de dicho país. Utilizando datos a nivel sectorial de los flujos de comercio de 2011, encuentra que el comercio por internet resulta en un incremento del PIB real en 3,4-4,8%,

aumenta los salarios en 4,5-5% y aumenta el empleo en 2,4 millones de trabajadores a tiempo completo.<sup>4</sup> Intuitivamente, cuando aumenta la productividad por el aumento en el uso de internet, aumenta el producto en dichas industrias, mientras que disminuyen los costos de producción y, con ello, los precios a los consumidores.

Con estas ganancias comerciales, hay un derrame en el resto de la economía, al mismo tiempo que el aumento en la demanda de trabajadores de la industria incrementa los salarios, alienta el movimiento intrasectorial de los trabajadores y genera mayor participación en el mercado laboral. La encuesta implementada permite conocer algunos aspectos del uso de la tecnología informativa en varios sectores. En particular, las pequeñas y medianas empresas representan un cuarto de las ventas por internet y un tercio de las compras en línea. Además, las firmas digitales intensivas suelen usar internet para comunicación interna y pedidos en línea de productos y servicios. Con respecto a las barreras al comercio internacional digital, hay un amplio rango de obstáculos que dependen del tamaño y sector al que pertenece la firma. El estudio muestra que los países con mayores impedimentos al comercio digital son Nigeria, Argelia y China, mientras que en el Reino Unido, Australia e Italia se enfrentaron a menores barreras para hacer negocios.

## CONECTIVIDAD FÍSICA

El desarrollo de los servicios logísticos muestra una tasa de crecimiento del 8% anual desde 2006, donde América Latina tiene un gran potencial de crecimiento (BID, 2015). En un contexto de instituciones que favorecen la integración, se espera que el desarrollo tecnológico de

20

PAÍSES PRODUCÍAN  
COMPONENTES DE UNA  
TURBINA DE AVIÓN QUE  
AHORA SE FABRICA CON  
IMPRESIÓN 3D

herramientas intensivas en datos redunde en una mayor eficiencia y competitividad. Ejemplos de estas tecnologías son plataformas y *software* como iContainers y Sylodium Business Browser, que brindan información en tiempo real de tarifas a exportadores e importadores. Wu *et al.* (2015) resumen los resultados de distintas investigaciones sobre los problemas comunes de logística y carga, proponiendo un modelo moderno que use los métodos de *big data* y previendo un radical diseño de la logística y la carga regional, con lo que aumenta significativamente la eficiencia del sector.

La combinación de herramientas modernas para análisis del clima y de sensores tecnológicos de monitoreo de rutas comerciales puede mejorar considerablemente las predicciones sobre las adversidades climatológicas (Kuchinskas, 25 de febrero de 2016). A modo de ejemplo, TransDec es un sistema desarrollado por el Centro de Sistemas de Medios Integrados (IMSC, por sus siglas en inglés) que en tiempo real recoge datos de sensores y los visualiza en el sistema de transporte, con lo que logra un efectivo manejo de datos dinámicos y de gran escala a través del procesamiento eficiente de consultas espaciotemporales en tiempo real e histórica relacionadas con la red de transporte.

La información inmediata de detalles logísticos y climáticos puede alterar considerablemente la valuación de

riesgos, a la luz de información detallada y rápidamente actualizable que proporciona la tecnología. De esta forma, los métodos de aprendizaje automático pueden complementar y muchas veces reemplazar el análisis actuarial, lo que permite una mejor evaluación de riesgos y aumenta la eficiencia del sector.

### PRECIOS Y TIPOS DE CAMBIO

En forma similar a la determinación y cuantificación de riesgos, el análisis de precios internacionales y tipos de cambio es esencial a la actividad comercial, tanto desde un punto de vista estratégico como desde la perspectiva de la política comercial. Las estrategias estándares basadas en índices de precios oficiales resultan poco adecuadas, cuando no sesgadas, para algunas decisiones clave. En un trabajo reciente, Cavallo y Rigobon (2016) ilustran elocuentemente los potenciales del uso de estrategias de *big data* en lo que refiere a la construcción de índices de precios y series de tipo de cambio (ver recuadro “El proyecto del billón de precios”).

Los mecanismos tradicionales descansan en un sistema de encuestas complejas que recogen precios de distintos productos que posteriormente son agregados en un índice de precios. Naturalmente, se trata de una actividad costosa y logísticamente compleja (involucrando la mayoría de las veces la visita física a negocios y supermercados), y muy posiblemente lenta para algunos usos específicos.

En lo que respecta al comercio internacional, esta ex-



## 211 TERABYTES POR SEGUNDO ES EL TRÁFICO DE INTERNET. SE MULTIPLICÓ POR 45 EN UNA DÉCADA

posición de datos posibilita computar con precisión antes impensada los precios internacionales de las transacciones, lo cual permite una correcta valuación del intercambio. Los impactos no son menores. Cavallo y Rigobon (2016) sugieren que, en algunos períodos de inestabilidad, los índices oficiales tienden a proveer una visión marcadamente sesgada de los verdaderos movimientos en los tipos de cambio.

Asimismo, y desde una perspectiva política, los autores muestran que, sorprendentemente, los precios internacionales convergen rápidamente en países que comparten la misma denominación monetaria. Es decir, las “leyes de un precio” parecen funcionar más fluidamente en uniones comerciales o si comparten moneda, independientemente de su mayor proximidad geográfica. En particular, Cavallo y Rigobon (2016) ilustran esta cuestión estudiando el caso de Letonia con la introducción del euro en enero de 2014, donde en base a mediciones de alta frecuencia de precios (en base a técnicas de *scraping*) muestran que el ajuste a la ley de un precio ocurrió en cuestión de días.

Tal vez el aspecto más interesante de esta cuestión es la democratización del acceso a esta milimétrica información. Cavallo y Rigobon (2016) remarcan: “Una de las mayores oportunidades de *big data* es que cualquiera puede utilizar nuevas tecnologías, como *web scraping*, teléfonos celulares, imágenes satelitales y todo tipo de sensores interconectados, para construir bases de datos personalizadas para cualquier necesidad”. La construcción de bases de datos de canastas de precios internacionales está al alcance inmediato (y a costos computa-

cionales mínimos) de cualquier empresa pequeña, lo cual puede alterar drásticamente las prácticas comerciales.

### SECTOR PÚBLICO Y ORGANISMOS INTERNACIONALES

Un reporte de las Naciones Unidas (2015) trata los temas debatidos por el Grupo Global de Trabajo (GWG, por sus siglas en inglés) sobre *big data* en las estadísticas oficiales. En particular, tiene como foco tres fuentes de *big data* que

### EL CASO DE ÁFRICA

El volumen de comercio intracontinente formal en África es bajo (14%) en comparación con la situación en América del Norte (42%) y la Unión Europea (62%) (Lopes, 2015). Así y todo, los productos manufacturados representan el 46% de este total para África. Un relevante artículo de Lopes (2015) señala que la revolución de datos puede contribuir significativamente a alterar esta situación, permitiendo que pequeños productores africanos puedan acceder rápidamente a alternativas de comercio dentro del continente, y evitar así los elevados costos que hacen que en la actualidad, y a pesar de la proximidad geográfica, les sea más conveniente exportar a Europa.

Uno de los objetivos explícitos de la creación del Área Continental de Libre Comercio de la Unión Africana en 2017 es “crear un único mercado continental para bienes y servicios con libre movimiento de gente de negocios e inversiones, facilitando el camino para la creación de una unión aduanera africana”, lo que simplifica la integración regional a través de fomentar la coordinación de estándares.

Una herramienta crucial en este proceso es el Índice de Integración Regional Africano, un ambicioso proyecto encarado conjuntamente por la Comisión de la Unión Africana (AUC, por sus siglas en inglés), el Banco Africano de Desarrollo (BAfD) y la Comisión Económica para África (CEPA). Se trata de un conjunto de 16 indicadores que abarcan cinco dimensiones: integración comercial, integración productiva, libre movimiento de personas, integración macroeconómica y financiera, e infraestructura regional.

La disponibilidad de datos masivos (por ejemplo, de empresas de transporte o de celulares) puede contribuir sustancialmente a la conformación de este índice, cuyos principales objetivos se relacionan con el monitoreo de la política pública y el establecimiento de parámetros de desempeño (*benchmarks*) en cuestiones de integración, que permitirán una mejor asignación de recursos, a la luz de la marcada heterogeneidad que conlleva el largo proceso de integración regional en África.



**71%**  
DE LOS HOGARES  
AÚN NO TIENE  
ACCESO A INTERNET

influyen en el comercio y la integración: datos de teléfonos móviles y GPS, imágenes satelitales o información georreferencial, e información de medios sociales. Llamativamente, el reporte sugiere que el uso de big data es todavía incipiente en los ámbitos oficiales y de una naturaleza experimental.

UNSD-UNECE (2015) recoge información de una encuesta realizada por dichos organismos a los centros de estadísticas oficiales de distintos países. En términos generales, muchos tienen

como mayor desafío el acceso limitado a las bases de datos, por lo que son clave las asociaciones con otros organismos o proveedores de los datos. La mayoría de los proyectos que implementan *big data* están en sus etapas iniciales y una parte sustancial de ellos son ejecutados con fines exploratorios.

Finalmente, el artículo de Lane (2016) discute la forma en la que los centros de estadísticas oficiales fueron cambiando en Estados Unidos a la luz del cambio en el paradigma informativo de los últimos años. Asimismo, y en forma similar a lo reportado por Hamermesh (2013), muestra que hubo cambios sustanciales en el tipo de información utilizada para la investigación científica, recurriendo cada vez menos a encuestas estándar, las cuales fueron progresivamente reemplazadas por fuentes no sistemáticas de datos, afines a los tiempos de *big data*.

## EL PROYECTO DEL BILLÓN DE PRECIOS

La existencia de numerosos canales de venta en línea provee una oportunidad única para acceder inmediatamente a una enorme variedad de precios, con una amplia cobertura geográfica y en tiempo prácticamente virtual.

Históricamente, la naturaleza idiosincrática de estos canales de venta planteaba un desafío a la hora de extraer, validar y sistematizar esta información. Más concretamente, los sitios web de un supermercado están diseñados para conveniencia del consumidor y no del analista. Los precios no se ofrecen en listas sistemáticas, sino obedeciendo a cuestiones estéticas y funcionales que facilitan la compra en línea. Afortunadamente, y como señalan Cavallo y Rigobon (2016), las tecnologías de extracción de datos de los sitios web (*web scraping*) han avanzado lo suficientemente rápido como para que esto no sea un inconveniente. Este tipo de “robot computacional” accede a los códigos detrás de las páginas web y, con un mínimo de monitoreo y aprendizaje, puede construir bases de datos de precios a partir de información no sistemática, como la de un sitio de ventas en línea.

El llamado “proyecto del billón de precios”, con base en el MIT, recoge precios de una enorme diversidad de productos en varios países. A fines de resaltar las ventajas operativas de estas estrategias, los autores reportan que, mientras que la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos releva unos 80.000 precios en un período de uno a dos meses, los métodos de *scraping* permiten 5 millones de precios de 300 negocios en 50 países en tan solo un día.

## UNA NUEVA ERA EN LOGÍSTICA

“*Big Data* y logística fueron hechos el uno para el otro” es la frase que da comienzo a un reporte sobre la temática, elaborado por la empresa DHL (Jeske, Grüner y Weiß, 2013). Naturalmente, el campo de la logística tuvo en su desarrollo un considerable componente de optimización en operatorias complejas. La posibilidad de explotar datos masivos en tiempo real puede provocar cambios sustanciales en su dinámica. Las ventajas van desde mejorar la precisión de las actividades de optimización a una mejor administración de riesgos de transporte o al diseño de estructuras de precios que facilitan considerablemente las negociaciones comerciales. El uso de vehículos no tripulados, incluyendo drones y otras alternativas, puede cambiar radicalmente esta industria (Ayed, Halima y Alimi, 2015).

## EXPERIENCIA EN EL SECTOR PRIVADO

Como mencionan Manyika *et al.* (2016), la introducción de la impresora 3D es uno de los casos más resonantes de tecnología disruptiva dentro de las empresas. Un ejemplo recurrentemente mencionado es el caso de los aviones GE, que requieren de una pieza muy específica y compleja, cuyos componentes elaboran más de 20 países distintos. Al poder producir dicho fragmento de una sola vez en una localidad a través de un proceso 3D, se eliminan las partes intermedias que provienen de distintos orígenes, lo que cambia por completo la dinámica de este sector.

Booth *et al.* (2014) discuten las oportunidades y desafíos que enfrentan las empresas en relación con la revolución de datos. Destacan experiencias de digitalización en distintos puntos de la cadena de valor de la industria energética en Alemania, donde las mejoras van desde la generación y distribución al análisis de datos de los consumidores, lo cual aumentó considerablemente las ventas. Las aplicaciones móviles para la notificación de pagos, presentaciones y manejo externo (por ejemplo a casas inteligentes o

edificios conectados) son las primeras evidencias de mejoras en la productividad, eficiencia y satisfacción de los hogares.

El incremento de la utilización de las ideas de *big data* dio lugar a la creación de varias consultoras especializadas en temas relacionados con el intercambio comercial, la inversión y el potenciamiento de las empresas. Entre ellas se destacan la consultora Alemana Fraunhofer IAIS, el Centro de Big Data de Berlín y Dun & Bradstreet, que contienen áreas exclusivas de uso de métodos de *big data* en comercio internacional. A su vez, la encuesta de NewVantage Partners (2016) sobre big data a los ejecutivos de las empresas más importantes de Fortune 1000 muestra un aumento considerable en la demanda de ejecutivos que lideren áreas exclusivas de big data, sobre todo en los servicios de finanzas y salud.

## VIVIR BAJO EL DILUVIO DE DATOS

*Big data* aparece como una gran promesa tecnológica destinada a alterar significativamente la forma en la que operan personas, empresas y gobiernos, como consecuencia del virtual

# LA VOZ DE LOS LATINOAMERICANOS

A PARTIR DE LA ALIANZA INTAL-LATINOBAROMETRO SE DISEÑO UN BIEN PÚBLICO REGIONAL QUE CON 20.000 ENCUESTAS EXCLUSIVAS HACE UN SEGUIMIENTO DE LA OPINIÓN DE LOS CIUDADANOS DE 18 PAÍSES DE LA REGIÓN EN TEMAS DE INTEGRACIÓN E INNOVACIÓN.

“diluvio de datos” proveniente de las huellas digitales de las interacciones electrónicas.

Esta tecnología permite medir aspectos de la vida comercial y humana a niveles de precisión y frecuencia hasta hace poco impensables. Más aún, el drástico abaratamiento de los costos de procesamiento permite aventurar una rápida socialización de este tipo de técnicas, lo que las haría accesibles a escalas antes restringidas a grandes organizaciones.

A través de la profusión de datos,

que permiten detectar patrones solo visibles a la luz de copiosa información, *big data* ofrece una visión granular, en el sentido de adoptar un enfoque detallista y minucioso, potenciado a su vez a partir de inteligencia artificial y robótica.

El verdadero desafío que enfrentan los gobiernos y las organizaciones en materia de *big data* es encontrar un justo balance entre complementar y sustituir actividades tradicionales con nuevas disciplinas y tecnologías de rápida expansión. ☁

## NOTAS

<sup>1</sup> A pesar de no ser una fuente masiva de información, la página web *Information System of Trade and Integration* <https://www.intradebid.org/site/> se especializa en estadísticas e indicadores de comercio, acceso a los mercados y marco legal de tratados internacionales para América Latina y el Caribe.

<sup>2</sup> El reporte define el comercio digital de Estados Unidos como el comercio doméstico e internacional en donde se utiliza internet para ordenar, producir y enviar productos y servicios.

<sup>3</sup> La encuesta que realiza la Comisión se enfoca en industrias que se involucran en el intercambio digital, com-

prende a 10.000 firmas de contenidos (como publicidad, diarios, libros, etcétera), comunicaciones digitales (*software* de publicidad, proceso de datos, etcétera), finanzas y seguros, manufactura, comercios minoristas (de los sectores automotriz, muebles, equipos electrónicos y ropa), otros servicios (contabilidad, arquitectura, ingeniería, etcétera) y ventas comerciales (en el mercado electrónico de comercio a comercio de vehículos, autopartes, computadoras, etcétera).

<sup>4</sup> Definen *full time equivalents* (FTE) como una medida de las jornadas completas para poder comparar entre aquellos que trabajan a tiempo completo de los que trabajan a tiempo parcial.

## BIBLIOGRAFÍA

**Anderson, C. 2008.** “The end of theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete”. *Wired magazine*. 16 (7).

**Anselin, L. y Williams, S. 2015.** “Digital neighborhoods”. *Journal of Urbanism: International Research on Place-making and Urban Sustainability*. 9 (4): 305-328.

**Banco Mundial. 2016.** *World Development Report 2016: Digital Dividends*. Washington DC: The World Bank.

**BID. 2015.** *Integración & Comercio*. El gran Salto. Las Tecnologías Disruptivas en América Latina y el Caribe. Buenos Aires: BID-INTAL.

**Booth, A., Mohr, N. y Peters, P. 2016.** “The digital utility: New opportunities and challenges”. McKinsey&Company, mayo.

**Caruso, G., Sosa Escudero, W. y Svarc, M. 2015.** “Deprivation and the dimensionality of welfare: a variable selection cluster analysis approach”. *The Review of Income and Wealth*. 61 (4): 702-722.

**Cavallo, A. 2013.** “Online and official price indexes: measuring Argentina’s inflation”. *Journal of Monetary Economics*. 60 (2): 152-165.

**Cavallo, A. y Rigobon, R. 2016.** “The Billion Prices Project: Using online prices for measurement and research”. *Journal of Economic Perspectives*. 30 (2): 151-178.

**Hamermesh, D. S. 2013.** “Six decades of top economic publishing: Who and how?”. *Journal of Economic Literature*. 51 (1): 162-172.

**James, G., Witten, D., Hastie, T. et al. 2013.** *An introduction to statistical learning: with applications in R*. Nueva York: Springer.

**Jeske, M., Grüner, M. y Weiß, F. 2013.** *Big data in logistics: A DHL perspective on how to move beyond the hype*. Troisdorf: DHL Customer Solutions & Innovation.

**Kuchinkas, S.** “Weather analytics and IoT sensors: Changing the rules of the road through data”. IBM Big Data & Analytics Hub. **25 de febrero, 2016.**

**Lane, J. 2016.** “Big data for public policy: The quadruple helix”. *Journal of Policy Analysis and Management*. 35 (3): 708-715.

**Manyika, J., Lund, S., Bughin, J. et al. 2016.** “Digital globalization: The new era of global flows”. McKinsey Global Institute, febrero.

**Naciones Unidas. 2015.** “Report of the Global Working Group on Big Data for Official Statistics”. Economic and Social Council. 17 de diciembre. E/CN.3/2016/6\*.

**NewVantage Partners. 2016.** *Big Data Executive Survey 2016: An Update on the Adoption of Big Data in the Fortune 1000*. Boston: NewVantage Partners.

**Sagl, G., Delmelle, E. y Delmelle, E. 2014.** “Mapping collective human activity in an urban environment based on mobile phone data”. *Cartography and Geographic Information Science*. 41 (3): 272-285.

**United States International Trade Commission. 2014.** “Digital Trade in the US and Global Economies, part 2”. Publication No. 4485, Investigation No. 332-540. Washington DC: United States International Trade Commission.

**UNSD-UNECE. 2015.** “Results of the UNSD/UNECE Survey on organizational context and individual projects of Big Data”. Febrero.

32%

CREE QUE SERÍA BUENO GENERALIZAR EL USO DE ROBOTS QUE PUEDAN CUIDAR ENFERMOS Y ANCIANOS.

24%

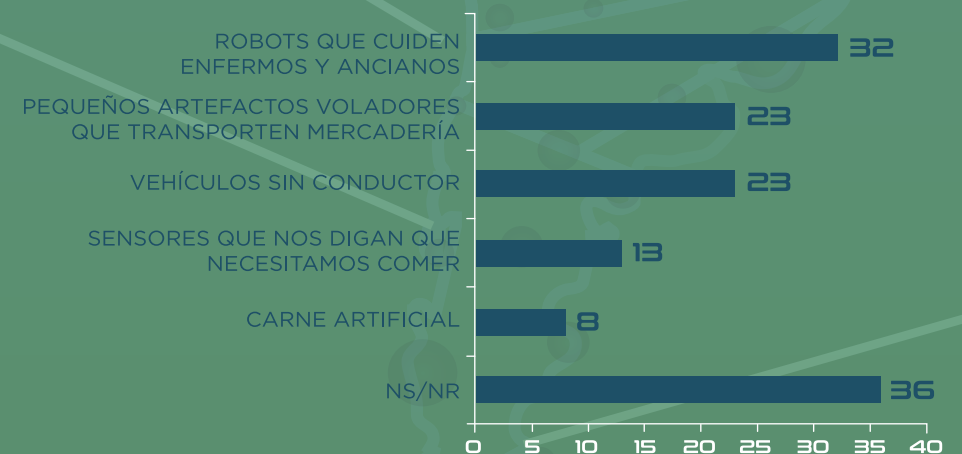
OPINA QUE LA INNOVACIÓN DEBERÍA SER UN TEMA PRIORITARIO PARA EL DESARROLLO.

16%

CONSIDERA QUE LA PRIORIDAD DE LOS AVANCES CIENTÍFICOS DEBERÍA SER LA CREACIÓN DE NUEVOS EMPLEOS.

## ¿CÓMO EVALUAMOS LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS?

¿De la siguiente lista de adelantos tecnológicos, ¿cuáles cree que son buenos para el futuro?



# GOBIERNOS ABIERTOS

## DATOS AL SERVICIO DEL EMPLEO PÚBLICO

La ciudad de Chicago es conocida mundialmente como la ciudad de los datos. En 2012, creó por primera vez el puesto de *chief data officer* para datos abiertos (*open data*) y creó el portal <http://data.cityofchicago.org>. Allí se puede obtener información de todo tipo, en un set de indicadores que ofrecen más de 5 millones de datos, desde las características de las multas de tránsito o las bicicletas municipales disponibles para usar, hasta un mapa de seguridad ciudadana.

Al poco tiempo se sumaron las ciudades de Filadelfia y San Francisco con sus propios portales, y se inició una competencia amistosa para ver cuál lograba ofrecer mejores servicios pensando en maneras creativas de utilizar los datos. Sensores para nieve con información en línea e inspecciones de calidad en restaurantes son algunos de los nuevos servicios que ofrece la ciudad. Según Tom Schenk Jr., *chief data officer* de Chicago, la formación de recursos humanos será una de las claves del desarrollo de las ciudades.

### ¿Qué papel juegan los macrodatos en su trabajo específico?

Utilizamos los macrodatos (o *big*

*data*) para guiar la toma de decisiones. De modo que podemos reunir toda la información que la ciudad ha estado recopilando durante bastante más de diez años, utilizarla y así formular mejores políticas. Concretamente, aplicamos análisis predictivos basados en macrodatos. Cuando nos enfrentamos con un problema en particular, muchas veces podemos utilizar esos datos para predecir lo que ocurrirá o asignar a un empleado público al tratamiento de alguna cuestión con el fin de ser más eficientes como ciudad y brindarles mejores servicios a los habitantes; de esta manera, también mejoramos la calidad de vida de quienes visitan Chicago o residen en la ciudad.

### ¿En qué sentido el *big data* mejora la vida de los habitantes de la ciudad?

Chicago cuenta con más de 16.000 establecimientos gastronómicos y tenemos apenas 32 inspectores que deben supervisar todos estos locales para garantizar que son seguros e higiénicos para los consumidores. Entonces, usamos análisis predictivo para saber qué restaurante tiene más probabilidades de presentar algún problema crítico que necesite ser atendido y asignamos

# 32

INSPECTORES DISTRIBUIDOS EN BASE A *BIG DATA* USA CHICAGO PARA CONTROLAR 16.000 RESTAURANTES



a los inspectores sobre la base de esta información absolutamente actualizada, empleando un modelo avanzado que predice qué restaurante no va a pasar alguna inspección.

### ¿Es posible predecir episodios de inseguridad ciudadana?

Sí, en la ciudad de Chicago utilizamos datos para decidir dónde asignamos a nuestros agentes de seguridad. Recientemente, el jefe de policía manifestó que nuestros efectivos serán reasignados sobre la base de los datos más recientes, a fin de asegurarnos de que estamos prestándoles atención a aquellos lugares que más lo necesitan. Algo que verdaderamente vale la pena destacar es el bajo costo que implica trabajar con analítica de datos. Por lo tanto, si queremos trabajar con estadísticas, necesitamos utilizar programas estadísticos realmente avanzados que nos permitan hacerlo, y eso es gratis. Utilizamos tecnologías de bases de datos que soportan volúmenes de información enormes, y estas tecnologías son gratuitas o tienen un costo muy bajo. Por ejemplo, utilizamos MongoDB, lenguaje de programación R, lenguajes Python y una serie de programas informáticos desarrollados a nivel mundial para aplicarlos a nuestra labor diaria.

### ¿Cuáles serían sus sugerencias para las ciudades en América Latina?

Hay que centrarse en lograr resultados exitosos, analizar los problemas, elegir un problema y resolverlo, para poder demostrarles a los habitantes y a los políticos que los macrodatos constituyen un método útil para progresar. No hay que enredarse demasiado en la planificación; hay que centrarse en lo que llamamos “beneficios inmediatos”.

### ¿Cómo capacitan al personal en las nuevas herramientas?

Contratamos expertos informáticos e investigadores. Pero creo que América Latina tiene la suerte de contar con una enorme cantidad de individuos muy inteligentes e ingeniosos. El año pasado, estuve en Quito, y había un alumno brillante que recién volvía del MIT a Ecuador y se preguntaba cómo podría ayudar a su país. Ahora trabaja para la ciudad de Quito, y realmente se trata de un individuo brillante que puede brindarle todas sus capacidades. Por eso creo que la clave está en posibilitar la labor de aquellos que tienen las competencias necesarias, permitirles desarrollar esta tarea, contratar a estas personas, algunas de las cuales se han formado en Estados Unidos y han regresado a sus ciudades natales. ☁



# ¿FUTURO (IM) PER FEC TO?

Las nuevas tecnologías cambiarán nuestras vidas de manera casi inevitable. Cuáles son los desafíos para garantizar que los cambios sean para el bien de todos los ciudadanos.

# El mundo en 2050

Un ejercicio  
de prospectiva



El futuro de los niños es siempre hoy.  
Mañana será tarde.

Gabriela Mistral

DESDE HACE MÁS DE DOS DÉCADAS, MILLENNIUM PROJECT INTENTA VISLUMBRAR ESCENARIOS GLOBALES DE FUTURO. DIRIGIDA POR JEROME GLENN, LA ORGANIZACIÓN SE PREGUNTA CUÁLES SON LAS PRINCIPALES TENDENCIAS HACIA 2050. ESTE ARTÍCULO SINTETIZA UN INFORME MÁS AMPLIO CON TRES ESCENARIOS DE EMPLEO. EN UNO DE ELLOS, EL AUTO-EMPLEO SE HA CONVERTIDO EN UNA OPCIÓN PARA LA MAYORÍA DE INDIVIDUOS. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, LA ROBÓTICA Y OTRAS TECNOLOGÍAS SUSTITUYERON TRABAJOS RUTINARIOS Y ESTIMULARON LA CREATIVIDAD.

Imaginemos el planeta Tierra en 2050. A medida que el trabajo repetitivo fue reemplazado por máquinas y *software*, el trabajo humano creativo y no repetitivo aumentó. Muchas personas participaron en programas de formación en línea en autoempleo o trabajaron con “personas entrenadoras” que las ayudaron a desarrollarse y a superar situaciones de ansiedad y depresión antes de descubrir qué tipo de vida querían vivir. Hoy en día, el concepto de jubilación casi ha desaparecido y la mayoría de las personas trabajan más allá de la edad de jubilación habitual en aquellas actividades que les son de interés, en lugar de ser trabajadores asalariados de otros.

Los esfuerzos realizados hacia la economía verde, el trabajo colaborativo, la educación STEM (centrada en la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), el aumento de los salarios mínimos y dignos y la ampliación de la edad de jubilación están ayudando a muchas personas a mantener sus ingresos, pero las tasas de desempleo siguen difiriendo de forma amplia en todo el mundo. Lamentablemente, la inseguridad económica persiste en este mundo que cambia rápidamente, a pesar de que las perspectivas globales son hoy mucho mejores que a principios del siglo XXI. Las personas que trabajan de forma autónoma y en la economía colaborativa pueden establecer sus propios horarios para ocuparse de los niños y niñas, desarrollar sus mentes y disfrutar de la vida.

El Índice del Estado Global del Futuro 2050 (que integra 32 variables que muestran el progreso o retroceso en aquellos aspectos fundamentales para mejorar el futuro en los próximos diez años) estima un 3% de mejoría en términos de promedio anual entre 2050 y 2060, que si bien no es un incremento muy elevado, es mejor que no progresar.

Los 7-10 billones de dólares que en los balances de después de la crisis financiera de principios del siglo XXI permanecían sin invertir, finalmente comenzaron a llegar a las nuevas tecnologías a principios de la década de 2020, especialmente en nuevas empresas de biotecnología, en la medida en que estas comenzaron a demostrar su viabilidad comercial y las previsiones económicas globales empezaron a mostrar una estabilidad razonable. Así, en el año 2030 las nuevas aplicaciones de la tecnología en la medicina, la agricultura, la educación, el ocio y otras industrias y servicios generan una riqueza extraordinaria. Todavía las clases más acomodadas continúan haciéndose con la mayor parte de los retornos económicos de estas inversiones, pero también la utilización de la colaboración participativa (*crowdsourcing*), las empresas de economía colaborativa y algunos sistemas de garantía de ingresos están ayudando a una distribución de esta nueva riqueza en la sociedad en general. A pesar de que las diferencias de ingresos se han comenzado a reducir, todavía existía una brecha muy elevada en la década de 2020 si tenemos en cuenta las migracio-

# 250.000

## ROBOTS SE ESPERA QUE ESTÉN ACTIVOS HACIA 2025

nes económicas que se sucedían a las regiones más ricas y el malestar social que causó la caída de varios gobiernos.

Algunas partes del mundo fueron lentamente implantando las tecnologías de automatización como la inteligencia artificial, robótica, biología sintética, impresión 3D/4D y bioimpresión, internet de las cosas, aviones no tripulados y otros vehículos autónomos, nanotecnología, realidad virtual y realidad aumentada, analíticas de datos en la nube así como otras resultantes de las sinergias entre estas tecnologías extraordinarias. Todas estas tecnologías juntas fueron conocidas como Next Tech o NT.

Casi todo el transporte hoy en día se ha convertido en autónomo, basado en el uso de la electricidad y el hidrógeno. La IA se ocupa de la mayor parte de los diagnósticos médicos primarios. La mayoría del agua salada y del agua dulce utilizada para agricultura es gestionada por IA/robótica y existen sensores en la mayoría de ciudades que alertan a los sistemas humanos y robóticos de las reparaciones necesarias.

### SUPERINTELIGENCIA ARTIFICIAL

En la actualidad, la mayor parte del mundo tiene acceso personal a una amplia gama de NT para crear negocios personales y mejorar su calidad de vida. Desafortunadamente, también criminales y terroristas tienen acceso a NT, lo que ha hecho que el cumplimiento de las leyes sea más importante y sofisticado

que en el pasado. Por otra parte, el índice de acceso a NT en todo el mundo continúa siendo algo irregular y se estima que este acceso será generalizado para casi toda la humanidad cuando la Superinteligencia Artificial sobrepase a la inteligencia humana en su sentido más amplio y en la mayoría de los sectores de la sociedad.

La *Great Brain Race* (Gran Carrera de Cerebros) durante la década de 2020 sentó las bases para el desarrollo de la Inteligencia Artificial General (IAG) en la década de 2030. La Inteligencia Artificial Convencional con fines únicos, tales como los proyectos de IBM de Watson y los motores de búsqueda de Google, más los proyectos sobre el cerebro humano llevados a cabo en EE. UU., la UE y China nos condujeron a la IAG -a la capacidad general de aprender, razonar y adaptarse a muchas condiciones para múltiples fines: algo así como la Inteligencia Humana General-. La IAG es capaz de reescribir su propio código basándose en la retroalimentación de las interacciones humanas, de la internet de las cosas y analíticas de datos en la nube.

La Superinteligencia Artificial -más allá de la IAG- se concibe como una “especie” de inteligencia superior más allá del control de los seres humanos, lo que muchas personas temen hoy en día. Personas científicas, escritoras de ciencia ficción y futuristas han advertido sobre los peligros de esta Superinteligencia Artificial durante décadas. Como resultado, se está trabajando en fusionar los cuerpos humanos y las mentes en un continuo de conciencia y tecnología para que la humanidad y la Superinteligencia Artificial sean capaces de evolucionar juntas. Mientras tanto, la NT todavía no ha sustituido el trabajo en la economía informal o sumergida en las zonas más pobres del mundo, que suman aproximadamente mil millones de personas hoy en día en 2050.

La computación cuántica es, en la actualidad, de acceso universal a través de la nube, lo que acelera el desarrollo de la medicina personalizada, la criptografía para contrarrestar la delincuencia cibernética y un sinnúmero de estudios correlativos a gran escala.

La aplicación de la IA en la biología sintética ha hecho programable la vida, creando nuevas formas de vida más rápidamente de lo que parecía posible hace unos pocos años. Hoy en día, microbios sintéticos trabajan para eliminar placa del cerebro manteniendo a las personas mayores mentalmente activas, se aplica la limpieza fotovoltaica de las paredes de cristal a los rascacielos reduciendo el coste de la energía y la contaminación, y existen tecnologías de conversión rápida de residuos en fertilizantes para su aplicación a la agricultura urbana vertical. También hay plantas que producen hidrógeno en lugar de oxígeno, organismos que autoensamblan estructuras en las ciudades oceano, organismos adaptados a Marte y gigantescas fábricas verticales de nanotubos que consumen carbono del aire.

Los puestos de trabajos directos o secundarios que apoyan la formación, el desarrollo, la producción y la distribución de productos derivados de la biología sintética son una nueva fuente importante de empleo en la actualidad. También han crecido en los últimos años las oportunidades de autoempleo que aprovechan la AI para ayudar a crear nuevos productos de biología sintética y pruebas preindustriales a través de la

biología computacional.

La comunidad de centros de fabricación de impresoras 3D cuenta con bioimpresoras y redes de colaboración en biología sintética accesibles a cualquier persona. Esto es compatible con muchas oportunidades de trabajo autónomo, pero también crea peligros biológicos, como microbios sintéticos que se supone que se autodestruyen después de su uso previsto o cuando salen de un área prescrita.

### TASA TOBIN

Aunque algunos países europeos comenzaron a experimentar con diversas formas de renta básica universal en la década de 2020, debido al aumento del desempleo, las proyecciones de flujo de tesorería mostraron que era demasiado caro. Incluso el Reino Unido utilizando el 60% de la renta media como nivel de pobreza para el *citizen's wage* (salario del ciudadano) no podía permitirse el programa. Las excepciones fueron Finlandia y Suiza, que fueron capaces de consolidar sus sistemas de bienestar social en un único sistema de renta básica universal. Inicialmente, en Finlandia la ayuda era solo para aquellas personas por debajo de la mitad del umbral de la pobreza, pero la utilización de límites a la emisión de gases de efecto invernadero y los mercados comerciales fueron una fuente nueva de ingresos de considerable envergadura. Esto, junto con nuevos impuestos a los robots, a la IA y a las transacciones financieras, permitió aumentar la ayuda de renta básica. Suiza comenzó con un pago inicial más alto, pero tenía un impuesto único, por lo que no fue necesario el pago de renta básica a aquellos que no lo pedían. Hubo debates acerca de si la renta básica debía ser un porcentaje del PIB, o sobre el nivel de la pobreza, o si los niños debían recibir la mitad de la ayuda de un adulto, y algu-

nas personas querían comprobaciones sobre los recursos económicos. La mayoría de los países tuvieron que esperar hasta mediados de la década de 2030, cuando la NT fue capaz de reducir el coste de la vida lo suficiente y aumentar los ingresos de los gobiernos para que los sistemas de renta básica fueran económicamente viables.

Los métodos usados para pagar la renta básica de su ciudadanía y compensar la pérdida de impuestos sobre la renta también fueron diferentes. El promedio de todos (para los países que reportan datos) indica que las nuevas fuentes de ingresos y sus porcentajes de contribución al total de nuevos costes para los pagos de la renta básica fueron los que se ven en el cuadro 1.

El nuevo sistema de inteligencia artificial para las transferencias financieras internacionales se llevó a cabo como parte de la estrategia global para luchar contra la delincuencia organizada y la corrupción y con el fin de cobrar el impuesto Tobin. Esto tenía la ventaja adicional de eliminar radicalmente los paraísos fiscales, que proporcionaron nuevos ingresos para muchos gobiernos. Se estima que unos 18 billones de dólares procedentes de paraísos fiscales fueron finalmente

devueltos a las economías nacionales. Incluso algunos de los ingresos procedentes del crimen organizado y atrapados en el nuevo sistema de transferencia financiera internacional también han comenzado a aflorar de nuevo en las arcas nacionales.

Afortunadamente, gran parte de las innovaciones tecnológicas han aumentado la productividad de muchas de las personas trabajadoras en lugar de reemplazar todos sus puestos de trabajo. El movimiento Augment dirigido por los sindicatos internacionales y algunos empresarios en alta tecnología jugó un papel decisivo en la mayor parte de los diseños de IA y robótica para aumentar la productividad mejorando el trabajo. En 2025 existía más de un cuarto de millón de robots de colaboración apoyando y mejorando los puestos de trabajos en sectores agrícolas e industriales y hoy en día hay más de mil millones.

Por otra parte, dado que prácticamente casi todos los trabajos más repetitivos o rutinarios, manuales o de conocimiento, habían sido automatizados, surgieron nuevos tipos de trabajos más creativos. Por ejemplo, muchos bibliotecarios se han convertido en entrenadores de los medios para emprendedores au-

CUADRO 1  
FUENTE DE FINANCIAMIENTO DE LA RENTA BÁSICA

20%	Reducción de los paraísos fiscales
12%	Impuesto sobre el valor añadido (recibo con firma electrónica en el punto de venta)
11%	Impuesto sobre el carbono y otros impuestos a la contaminación
11%	Impuesto sobre el crecimiento masivo de la riqueza de las nuevas tecnologías
10%	Impuestos de licencia y robots
10%	Arrendamientos o impuestos de los recursos nacionales
9%	Impuesto Tobin sobre las transferencias financieras internacionales
9%	Impuesto mínimo universal corporativo
7%	Del porcentual de propiedad estatal de algunas corporaciones

Fuente: The Millennium Project.

## BIOIMPRESIÓN

LAS REDES DE COLABORACIÓN EN BIOLOGÍA SINTÉTICA SON MUY ACCESIBLES

# 2030

ES EL AÑO  
EN QUE SE CUMPLE  
EL OBJETIVO DE  
ELIMINAR LA  
POBREZA EXTREMA

tónomos. Asimismo, como las bibliotecas y escuelas fueron menos necesarias debido a los reemplazos cibernéticos y a la disminución del número de hijos, estos edificios se convirtieron en edificios de usos múltiples: alquiler de espacios para una serie de empresas de impresión en 3D/4D comunitarias y centros de fabricación, campamentos de entrenamiento en programación y centros de pruebas de realidad virtual.

El aumento de la riqueza a partir de las NT permitió una mayor inversión en la reparación de los daños ambientales de la era industrial. Las actividades para la reducción o adaptación al cambio climático crearon muchos puestos de trabajo.

En la actualidad, la humanidad cuenta con más personas mayores de 65 años (2,6 mil millones) que menores de 20 años. Afortunadamente, la biología sintética, las células nanobot y otros avances en la ciencia y tecnología de la longevidad han conseguido vidas más saludables para las personas mayores, pero muchas todavía necesitan algún tipo de asistencia. Un reconocimiento temprano de esta situación a comienzos del siglo XXI en los programas de i-Assist en Japón, Corea del Sur, Rusia, Italia y Alemania ubicaron AI-robots en los hogares de personas ancianas y en familias en situación de pobreza crónica para ayudar con éxito en la búsqueda de recursos y nuevas fuentes de ingresos. Esto ha llevado a un uso ge-

neralizado de la IA-robot por el público en general en todo el mundo. Los AGI-robots (Inteligencia Artificial General) son ahora la conexión principal para muchas personas mayores con todo, desde la documentación y comercialización de sus historias orales a AI-psicólogos para ayudar a las personas a hacer frente a la aceleración del cambio y la ansiedad ante lo desconocido. Hoteles robot, supermercados y centros de la tercera edad iniciados en Japón se extendieron a los países más ricos en primer lugar y, en la actualidad, incluso los países más pobres tienen versiones mejoradas de i-Assist Robots.

A medida que la realidad del desempleo estructural a largo plazo se hizo evidente para todas las personas en la década de 2020, los sindicatos jugaron un papel decisivo en la creación de sistemas de bases de datos para la NT. Estos sistemas de inteligencia colectiva recogen los nuevos puestos de trabajo y sus requisitos de capacitación, que son introducidos por los empleadores en función de sus previsiones en cuanto al empleo que pueden ofrecer en los próximos años. Las personas trabajadoras asociadas a los sindicatos cuyos empleos iban a quedar rápidamente obsoletos fueron las primeras en acceder a los programas de recualificación y, al completar con éxito la formación, presentarse a las ofertas de empleo lanzadas.

Del mismo modo que los vehículos particulares se matriculaban y gravaban, ahora los gobiernos gravan a los robots, a algunas formas de IA y sus creaciones. En el punto de referencia se encuentra el fallo del Tribunal Supremo de Estados Unidos de que cualquier IA que sea lo suficientemente madura para demandar sus derechos, de manera automática los disponga, incluidos los derechos de propiedad intelectual sobre sus creaciones. Esto también significa que paga impuestos sobre los ingresos que se deriven directamente de sus creaciones.

## COSTOS MARGINALES DECRECIENTES

La digitalización ha reducido drásticamente los costes marginales de producción, al igual que la transición global a la energía renovable. Los impuestos sobre el carbono que se utilizan para aumentar los ingresos son ahora casi insignificantes por el éxito de las energías renovables, la agricultura con agua de mar y la cada vez mayor producción de carne pura sin animales.

A los niños de hoy les resulta difícil imaginar un mundo sin IA/robots, al igual que a sus padres les resultaba difícil imaginar un mundo sin teléfonos inteligentes y a sus abuelos les resulta difícil imaginar un mundo sin internet.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas para eliminar la pobreza extrema se logró esencialmente en 2030. La agricultura inteligente, la biología sintética, la agricultura con agua de mar, las granjas urbanas virtuales y la carne pura sin animales están alimentando al mundo con una dieta menos cara, más sana y con un menor impacto ambiental. Millones de vehículos robot vuelan los cielos y navegan los océanos día y noche controlados por los sistemas de IA de todo el mundo.

La gente solía preocuparse por el riesgo de una recuperación económica sin trabajo y ahora dan la bienvenida a la creciente libertad que trajo. Cada vez más personas en todo el mundo están empezando a ver que el propósito del trabajo es la autorrealización en armonía con el entendimiento social y natural. El trabajo se convierte en un placer, un método para la autorrealización y una manera de crear un significado para la vida propia. Dado que las diversas formas de ingreso básico garantizado redujeron la ansiedad sobre las necesidades financieras básicas, las personas

eran libres para explorar su propósito en la vida.

Para el año 2050, el mundo ha alcanzado finalmente una economía global que parece ser ambientalmente sostenible, al mismo tiempo que proporciona a casi todas las personas las necesidades básicas de la vida y, a la gran mayoría, una vida cómoda. La estabilidad social resultante ha creado un mundo de relativa paz, explorando los futuros posibles para la segunda mitad del siglo XXI. Algunos creen que las NT fueron la clave de este éxito relativo; otros, que el desarrollo del potencial humano en la economía autorrealizadora era más fundamental; y otros piensan que las medidas políticas y económicas marcaron la diferencia. Los tres temas son importantes, se sinergizan y se refuerzan mutuamente.

La diferencia entre la conciencia humana y la IA en sus múltiples formas se ha vuelto cada vez más borrosa o sin sentido. Nuestra interacción con la IA es tan compleja y continua que rara vez importa cuál es cuál. Incluso las distinciones entre la realidad virtual, realidad aumentada y la realidad física no tienen sentido hoy en día. La civilización se está convirtiendo en una secuencia de conciencia y tecnología. Hemos añadido nuestro razonamiento, el conocimiento y la experiencia a la tecnología aumentada a través de IA. Y, al mismo tiempo, hemos integrado la tecnología aumentada por IA en nuestros cuerpos, por lo que no queda claro dónde empieza la tecnología y dónde termina nuestra conciencia. Nuestra era de tecnología consciente abre un futuro mucho más optimista de lo que en épocas anteriores se podría haber imaginado. Así que hoy las dos preguntas clave son: ¿qué clase de vida estás creando? y ¿eres aburrido o interesante? ☁️

### NOTAS

<sup>1</sup> Este texto es un resumen de la investigación 2050

Global Work/Technology Scenarios publicado por The Millennium Project.



# EFICIENCIA Y MERCADO LABORAL

## ROBOTS QUE CREAN EMPLEO

JOE GEMMA

FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE ROBÓTICA

La cantidad de robots industriales en funcionamiento a nivel mundial alcanzará los 2,6 millones de unidades a finales de 2019. Esto da cuenta de una tasa de crecimiento anual promedio del 12% entre 2016 y 2019. La participación del mercado más importante de las Américas, Estados Unidos, es del 72% de la oferta total. En segundo lugar se ubica México –un país que se ha convertido en un mercado emergente de robots industriales muy importante–, con una participación del 14%. Las ventas de robots en México aumentaron a más del doble y alcanzaron las 5.500 unidades en 2015, por lejos el volumen más alto registrado históricamente en el país. En Brasil, las ventas de robots se recuperaron un 11% y alcanzaron las 1.400 unidades en 2015.

Los mercados tradicionales de robots y la automatización todavía están sujetos a grandes esfuerzos, pero para la mayoría de los productores en una amplia gama de ramas de actividad y

tamaños de empresas la automatización es el factor competitivo central, y este es un fenómeno global. Únicamente mediante una modernización de sus instalaciones productivas, que atienda específicamente a este factor, podrán optimizar sus procesos para satisfacer las demandas crecientes de bienes de consumo –particularmente en los mercados emergentes–, así como la demanda de productos de alta calidad, en general.

Del lado del consumidor, podemos esperar un crecimiento aún mayor de la demanda de robots industriales, que exigirá expandir las capacidades productivas. La demanda del sector automotor, en particular, al igual que la del sector de productos electrónicos, seguirá siendo muy fuerte y crecerá vertiginosamente. Lo mismo sucederá en las industrias metalmecánicas, de caucho y plásticos, y de alimentos y bebidas. El manejo de nuevos materiales, la eficiencia energética, ciertos conceptos

# 50.000

ROBOTS INDUSTRIALES  
FUNCIONAN EN EL  
SECTOR AUTOMOTRIZ  
DE ESTADOS UNIDOS



más sofisticados de automatización y aquellos que vinculan a las industrias del mundo real con la realidad virtual en el espíritu de la industria 4.0 y de la internet de las cosas son apenas algunos ejemplos de lo que se espera.

En claro contraste con los beneficios que los robots y la automatización entrañan para muchísimas industrias, en el público general se percibe de un modo cada vez más marcado cierto temor respecto de si los robots reemplazarán a los seres humanos en sus puestos de trabajo. Por lo tanto, nuestra responsabilidad no se limita a fabricar los mejores productos que podamos, sino también a informar adecuadamente al público acerca de las ventajas y los beneficios de dichos productos. Después de todo, al asumir tareas peligrosas, tediosas e insalubres, que los seres humanos no pueden realizar o sí pueden, pero a expensas de su seguridad, los robots sirven para mejorar la calidad del trabajo (y la vida, en general). La importancia creciente de la colaboración entre las personas y los robots no hace más que enfatizar el hecho de que los robots no han llegado para reemplazar ni poner en peligro a los seres humanos, sino para asistirlos y apoyarlos. El análisis empírico de los datos económicos y los pronósticos demuestran que la automatización y el uso de robots crean nuevos puestos de trabajo al incrementar la productividad.

Este hecho se condice con la experiencia histórica de las revoluciones tecnológicas pasadas, como la más reciente, por la cual las computadoras y los programas informáticos automatizaron el mundo de los negocios. Según el McKinsey Global Institute, más del 90% de los puestos de trabajo no serán completamente automatizables en el futuro. En cambio, el trabajo se hará de modo colaborativo entre los robots y las personas. El impacto positivo que el incremento de la productividad generado por los robots tiene sobre el empleo ya puede apreciarse en las economías industriales más avanzadas. Los robots actualmente operativos en la industria automotriz de Estados Unidos, por ejemplo, sumaron más de 50.000 unidades industriales entre 2010 y 2016. Durante el mismo período, se produjo un fuerte aumento del empleo en dicha industria estadounidense, que incorporó a más de 260.000 trabajadores.

En las economías más avanzadas de Europa y Asia se observan las mismas tendencias. Asimismo, algunos estudios llevados a cabo recientemente por la OCDE sobre el futuro de la productividad muestran que las empresas que emplean innovaciones tecnológicas de un modo efectivo son hasta diez veces más productivas que aquellas que no lo hacen. Los robots asumen tareas repetitivas o peligrosas y, de ese modo, dan lugar a la creación de puestos de trabajo nuevos, más seguros, más calificados y mejor pagos. ☁

ANÁLISIS

Martin Rhisiart\*  
Universidad de Gales del Sur

# Cambio expo nencial

Tendencias de una Europa  
con incertidumbres



O inventamos o erramos.

Simón Rodríguez

ESTE ARTÍCULO ABORDA LAS POTENCIALES DISRUPCIONES PARA EL MUNDO DEL EMPLEO EN EUROPA. SE REVISAN LAS CONCLUSIONES DEL TRABAJO *THE FUTURE OF WORK: JOBS AND SKILLS IN 2030*, ENCARGADO POR LA COMISIÓN DEL REINO UNIDO PARA EL EMPLEO Y LAS COMPETENCIAS, Y SE ACTUALIZAN SUS PROPUESTAS A LA LUZ DE LAS PREOCUPACIONES PRESENTES RELACIONADAS CON EL TRABAJO Y LA EDUCACIÓN.

El futuro del trabajo es un tema que actualmente ocupa un lugar central entre las preocupaciones de los investigadores, responsables de políticas y empresarios –aunque deberíamos reconocer que nuestra fascinación por estas cuestiones está fuertemente arraigada y se remonta a décadas atrás, si no a siglos-. Un indicador del nivel de interés en el futuro del trabajo es la cantidad de investigaciones encargadas por organismos nacionales e internacionales. A lo largo de los últimos cuatro años, aproximadamente, parece haberse producido un pico en la cantidad de estudios de envergadura encomendados, que incluyen, entre otros:

- El de la Comisión del Reino Unido para el Empleo y las Competencias (2014), *The Future of Work: Jobs and Skills in 2030*.
- El de la Oficina Internacional del Trabajo (2016), “The future of work: The meaning and value of work in Europe”.
- El de la Comisión Europea (2016), “The Future of Work: Skills and Resilience for a World of Change”.
- El de The Millennium Project (2016), *Three Alternative Scenarios of Work/ Technology 2050*.
- El del Foro Económico Mundial (2016), *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*.

Estos estudios prospectivos –o de futuros– procuran explorar los desarrollos potenciales en materia de empleo, puestos de trabajo y competencias, analizando la evidencia existente –por ejemplo, las tendencias–, involucrando a expertos

para explorar los temas que atraviesan distintos límites y tratando de producir información e implicancias relevantes para las decisiones políticas.

En nuestro estudio para la Comisión del Reino Unido para el Empleo y las Competencias (2014), se identificaron trece tendencias principales relacionadas con el empleo, los puestos de trabajo y las habilidades –desde el cambio demográfico hasta el papel de las TIC-. Más allá de las tendencias, el estudio evaluó las disrupciones potenciales en el mundo del trabajo. Se las entendió como desarrollos que podrían cambiar significativamente las principales condiciones imperantes en el mercado laboral –cambios profundamente divergentes de la senda actual o que aceleran otros cambios-. Incluyó las siguientes tendencias.

- Migración inversa: si las tasas de crecimiento económico de los países occidentales continúan siendo bajas, los patrones de migración mundiales pueden revertirse. Quienes inmigraron a los países industrializados pueden regresar a sus países de origen (particularmente, en el caso de las economías emergentes) en busca de trabajo y prosperidad.
- Valores cambiantes de los empleados: cada vez más personas tratan de vivir según sus valores personales y quieren realizarlos de manera significativa en el lugar de trabajo, tanto en puestos calificados como no calificados. Los individuos pueden elegir a sus potenciales empleadores sobre la base de sus valores prioritarios y provocar así una disrupción en el mercado tradicional que enfrentan

dichos empleadores. Por lo tanto, las culturas organizacionales se ven forzadas a adaptar sus valores y políticas corporativas.

- Los contratos de cero horas pasan a ser la norma: con individuos que enfrentan una competencia tan alta en el mercado laboral, los empleadores pueden estructurar las condiciones de trabajo para satisfacer sus necesidades específicas. Esto se evidencia en la difusión de la práctica de los contratos de cero horas y en otros acuerdos de similar flexibilidad, que se ven acompañados por una disminución de la inversión (por parte de los empleadores) para mejorar la capacitación de sus trabajadores.

- Capacitación disponible en cualquier momento y lugar: la educación tradicional y quienes brindan servicios de capacitación se enfrentan al reto que impone la gran variedad de ofertas de aprendizaje y capacitación no convencionales. Los nuevos modelos de servicios de formación son el resultado del incremento de las oportunidades de capacitación en línea, las universidades abiertas y el aprendizaje entre pares.

- La inteligencia artificial (IA) y los robots: los avances ulteriores en el campo de la robótica, los algoritmos y la IA pueden hacer posible la automatización de procesos y servicios que actualmente son provistos por expertos muy bien remunerados (por ejemplo, cirugías, diagnósticos, asesoramiento jurídico)

- Desglobalización: el creciente proteccionismo y las tendencias nacionalistas, en respuesta a las crisis económicas persistentes, pueden contrarrestar la cooperación internacional y socavar el comercio.

- Centros de excelencia geográficamente alternativos: a medida que los países emergentes desarrollan la infraestructura necesaria para poder hacerse un lugar en el siguiente nivel de desarrollo, una nueva ola de ciudades, como

## 5

### SON LOS ESCENARIOS QUE PREVIÓ LA COMISIÓN EUROPEA PARA 2025 SEGÚN EL LIBRO BLANCO

Shanghái, Hong Kong o Singapur –en el caso de la industria financiera–, van asumiendo un liderazgo competitivo en campos específicos de la producción e innovación. El apoyo gubernamental (por ejemplo, los subsidios e incentivos fiscales), una numerosa población en edad activa y menores costos laborales y de producción alientan a los inversores extranjeros y a un número creciente de nuevas empresas.

- Interrupciones en el desarrollo de la internet: el desarrollo sin trabas de la internet en el futuro puede verse obstaculizado por la mercantilización y por cuestiones de privacidad que dominen el entorno en línea. Los ciberdelitos están en aumento: sus blancos de ataque son las estructuras de internet, las organizaciones y los individuos.

- Los conflictos relacionados con los recursos o las catástrofes climáticas amenazan la oferta: a medida que los requerimientos de recursos aumentan en paralelo con el crecimiento poblacional a nivel mundial, pueden surgir controversias respecto del uso de recursos estratégicos. Los esfuerzos en pos de la eficiencia y la conservación poco han hecho para disipar los temores. La oferta de recursos puede convertirse en una cuestión neurálgica de importancia estratégica para los países y las organizaciones.

- Fragmentación parcial de la UE: “El Reino Unido puede abandonar la Unión Europea, como pueden hacerlo varios países periféricos. Esto puede dar lu-

gar al surgimiento de un mercado único central de la eurozona más un Reino Unido independiente”(Comisión del Reino Unido para el Empleo y las Competencias, 2014).

Han pasado ya tres años desde la publicación de *The Future of Work: Jobs and Skills in 2030*. En esta coyuntura, quisiera reflexionar acerca de estas disrupciones, especialmente en relación con los que se han convertido en los temas más prominentes para quienes se interesan por el mercado de trabajo. Como no hay forma de abarcar todas estas disrupciones de un modo adecuado dentro del acotado alcance de este artículo, quisiera referirme a dos de ellas: la IA y los robots, y la fragmentación parcial de la UE. Estas son dos de las áreas que han recibido más atención a lo largo de los últimos tres años, de allí su selección para este artículo.

La IA y los robots son parte del discurso de la automatización o informatización del trabajo. La influencia de la tec-

nología y las máquinas sobre el trabajo ha suscitado temores desde los inicios de la Revolución Industrial, empezando por las revueltas luditas contra las máquinas en la Gran Bretaña del siglo XIX, hasta el discurso actual sobre la IA y los robots. El físico teórico Stephen Hawking postula que la IA plantea un riesgo existencial para la humanidad y advierte que el ritmo lento de la evolución biológica sería inadecuado para lidiar con el progreso exponencial de la IA.<sup>1</sup> En un nivel más micro (y más mundano), no hay dudas de que el impacto de la IA sobre el empleo es motivo de gran controversia. Mokyr, Vickers y Ziebarth (2015) se refieren a algunas manifestaciones históricas de la ansiedad tecnológica y se preguntan si hay algo cualitativamente distinto en las condiciones actuales que verdaderamente difiera de las experiencias pasadas. Esta es una pregunta abierta que aún no tiene respuesta.

Hay al menos dos perspectivas diferentes acerca de la automatización

del trabajo. La primera es que los avances vertiginosos de las tecnologías y el aprendizaje artificial y automático están haciendo posible lo inimaginable –a través de algoritmos, robótica y desarrollos relacionados, estamos entrando en una era en la que una gran proporción de los trabajos actuales podría automatizarse durante los próximos 10 o 15 años–. Brynjolfsson y McAfee (2014) retratan algunas de las posibilidades de esta nueva “era de las máquinas” en áreas como la de los vehículos autónomos y las impresoras 3D. Frey y Osborne (2013) dieron vida a este debate al ofrecer un modelo para predecir la automatización o informatización del trabajo. Dicho estudio predijo que el 45% del empleo en los Estados Unidos podría automatizarse dentro de un horizonte temporal relativamente breve (de entre 10 y 15 años). Una metodología similar se utilizó para predecir la informatización del empleo en otros países.

Como parte del estudio que realizamos para la Comisión del Reino Unido para el Empleo y las Competencias (2014), se crearon cuatro escenarios sobre el empleo y los puestos de trabajo, con el año 2030 como horizonte temporal. Uno de estos escenarios, el activismo basado en las competencias, se basó fundamentalmente en el supuesto de una rápida automatización y desplazamiento de un gran porcentaje de trabajadores profesionales. Dentro de este escenario, se describió una fuerte respuesta gubernamental al desafío social de un desempleo masivo de trabajadores de cuello blanco.

a la pérdida de puestos de trabajo a escala masiva y genera presiones políticas que exigen un amplio programa gubernamental de capacitación.

- Un gran salto hacia delante de las innovaciones informáticas automatiza tareas profesionales de calificación media y alta (bien remuneradas), lo cual conduce a una disrupción significativa de las profesiones tradicionales.

- Motorizado por la necesidad y el apoyo gubernamental, surge un localismo activo como respuesta a la “revolución informática”.

- Los gobiernos brindan entonces apoyo a la capacitación y establecen regulaciones laborales de manera proactiva –con el sector más golpeado en mente–, pero el camino por recorrer es largo y difícil.

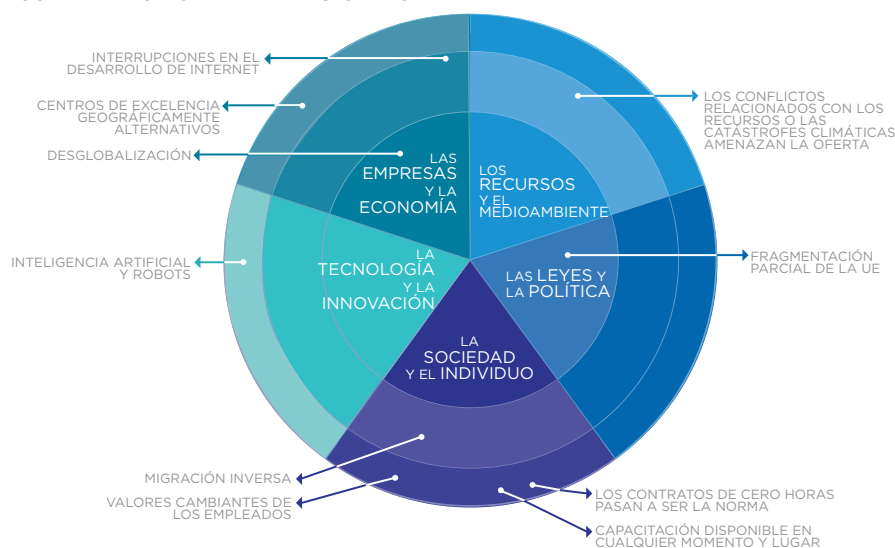
- Se desarrolla así una economía basada en proyectos; el sector social y de salud y los microemprendimientos también ofrecen buenas oportunidades para la creación de empleo.

- Para los más afortunados, aquellos que tienen el bagaje de competencias apropiado, el mercado de trabajo ofrece muchas oportunidades.

A finales de la década de 2010 y principios de la de 2020, los algoritmos inteligentes aparecen empaquetados en aplicaciones que reproducen el discernimiento y la experiencia de los trabajadores profesionales. Una vez que se verificaron su precisión y las ganancias de productividad que entrañan, su dinamismo se volvió imparable. Los servicios contables, que en cierta medida ya estaban globalizados, fueron los primeros en sufrir el impacto. La conmoción fue aún mayor para el personal de la industria de los seguros y de la abogacía. Típicamente, los estudios jurídicos y contables se libraron de un porcentaje significativo de sus trabajadores más calificados.

La lenta recuperación económica de la década de 2010 exacerbó el impacto de la revolución informática. Antes de

GRÁFICO 1  
DISRUPCIONES CON POTENCIAL IMPACTO SOBRE LOS FUTUROS TRABAJOS Y COMPETENCIAS EN EL REINO UNIDO



Fuente: Comisión del Reino Unido para el Empleo y las Competencias (2014).

### ESCENARIO 2030

A continuación, resumimos los puntos principales del análisis prospectivo. El punto central es que la innovación tecnológica impulsa la automatización de las tareas profesionales, lo cual conduce

principios de los años 2020, los efectos de la ola de automatización ya se habían sentido en la mayor parte de los sectores de la economía y los desfases de competencias eran ya muy marcados, dado que ni quienes ingresaban al mercado de trabajo ni quienes habían sido recientemente despedidos tenían el nivel de capacitación apropiado para las demandas del nuevo mercado laboral. La consiguiente ola de creciente desempleo planteó una amenaza grave para la estabilidad económica.

Con la economía al borde de una crisis, se produjo una presión política constante ejercida por las clases profesionales movilizadas y los gobiernos diseñaron un paquete de políticas tendientes a enfrentar estos desafíos. Como resultado, se incrementó el presupuesto educativo para apoyar campañas de recapacitación. El mercado de trabajo del “sector social” (atención de la salud y los problemas sociales) se preparó por medio del financiamiento público sostenido.

Al mismo tiempo, la creciente auto-

nomía regional y local, facilitada por el apoyo gubernamental, procuró impulsar el crecimiento del empleo y el desarrollo de competencias como forma de contrarrestar la dislocación producida por la revolución informática. A medida que los individuos trataban de encontrar una nueva orientación, surgían grupos de apoyo al desarrollo de competencias locales y regionales.

La crisis también dio lugar a una ola de nuevos emprendimientos, en general, de empresas pequeñas. Las redes de apoyo a los emprendimientos locales proporcionaron la asistencia que necesitaban los nuevos empresarios y lo mismo hizo el apoyo gubernamental a la formación de nuevas empresas. Los gobiernos también trataron de fortalecer la posición de los empleadores a través de regulaciones laborales favorables.

Ahora, en 2030, la economía vuelve a la senda de un crecimiento económico relativamente magro, con un desempleo que disminuye lentamente pero sin pausa, en gran medida gracias a los sectores

de cuidados sociales y de la salud. La innovación se ha convertido en la principal solución para una supervivencia rentable. Las firmas que necesitan competencias humanas creativas y de resolución de problemas han logrado prosperar. El sector creativo, que está principalmente impulsado desde el ámbito interno, es una de las historias de éxito que se pueden contar. Sin embargo, para muchos, en una economía donde el empleo está mayormente basado en proyectos, con una alta rotación del personal, la competencia es muy dura.

Un desarrollo incluso más distópico de los acontecimientos es el que presenta uno de los escenarios del empleo y la tecnología de The Millennium Project (2016), titulado “Political/Economic Turmoil - Future Despair” (Perturbaciones políticas/económicas. Un futuro desesperanzador): “Los gobiernos no anticiparon los impactos de la inteligencia artificial general y no tenían estrategias en marcha cuando, en la década de 2030, explotó el desempleo y dejó, para 2050, un mundo sumido en una profunda crisis política. La polarización social y la parálisis política se han multiplicado de muchas maneras. El orden global se deterioró y surgió una combinación de estados-nación, megacorporaciones, milicias locales, terrorismo y crimen organizado”.

Estos dos escenarios son provocaciones más que predicciones. Tienen por objeto perturbar el presente, citando a Gaston Berger, pretenden involucrar a las partes interesadas e informar a los que toman las decisiones.

### LÍMITES DE LA AUTOMATIZACIÓN

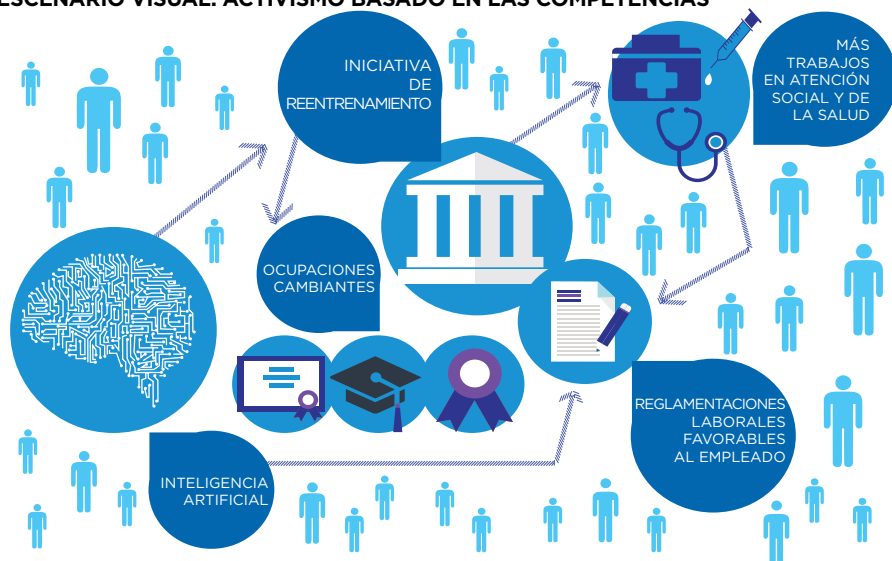
La segunda perspectiva sobre la automatización ve la tecnología como una fuerza complementaria dentro de los trabajos y el desempleo, aunque reconoce cierta sustitución tecnológica del empleo. La sustitución tecnológica del

empleo se produjo en las tareas rutinarias, que pueden ser codificadas y estandarizadas (y, por lo tanto, fácilmente informatizadas) (Autor, Levy y Murnane, 2003). Las tareas no rutinarias (aquellas abstractas y las que requieren adaptabilidad situacional) son más resistentes a la informatización (Autor *et al.*, 2003). En el medio, ha habido un vaciamiento del empleo –especialmente en el caso de las tareas rutinarias–. El empleo se mantuvo (e incluso creció) en los trabajos altamente calificados y bien remunerados, en un extremo de la escala, y en los trabajos de muy bajas remuneraciones y calificaciones, en el otro extremo de la escala. Este fenómeno se describió como polarización del empleo (Goos, Manning y Salomons, 2014). Autor (2015) predice que la polarización del empleo no continuará indefinidamente, ya que los trabajos de calificación media requerirán tareas que no son fácilmente informatizables.

Si bien algunas tareas (más que ocupaciones enteras) ya están listas para ser automatizadas, las tareas que requieren atributos humanos tendrán una significación cada vez mayor; la tecnología, en este sentido, complementará aquellas tareas asumidas por puestos de trabajo nuevos o que han adquirido un nuevo perfil. Un estudio más reciente, llevado a cabo por Arntz, Gregory y Zierahn (2016) y que se refiere al riesgo de automatización en los países de la OCDE, empleó una metodología diferente de la que utilizaron Frey y Osborne (2013). Sobre la base de un enfoque basado en tareas, Arntz *et al.* (2016) hallaron que el 9% de los trabajos son automatizables (el promedio entre los 21 países de la OCDE estudiados). Comprobaron, asimismo, que había variaciones entre los países, desde un 6% en Corea del Sur hasta un 12% en Austria.

Se identificaron tres factores importantes que limitan el alcance de la automatización. El primero es el despliegue relativamente lento de estas tecnologías,

GRÁFICO 2  
ESCENARIO VISUAL: ACTIVISMO BASADO EN LAS COMPETENCIAS



Fuente: Comisión del Reino Unido para el Empleo y las Competencias (2014).

debido a factores económicos, legales y sociales. Incluso si los puestos de trabajo de cierto tipo pudieran automatizarse desde un punto de vista técnico, no se desprende necesariamente que, de hecho, vayan a hacerlo. La adaptación por parte de las industrias o empresas puede ser relativamente lenta, debido, por ejemplo, a motivos relacionados con los modelos de negocios o las competencias. Ciertos tipos de automatización, como la de los vehículos autónomos, requieren innovaciones sistémicas muy significativas –que incluyen innovaciones reglamentarias, económicas y sociales–. En segundo lugar, enfrentados con un panorama cambiante del mercado laboral, los trabajadores se ajustarán cambiando de tareas. En tercer lugar, los cambios tecnológicos generarán las demandas, creando así nuevos puestos de trabajo (y, potencialmente, nuevos tipos de trabajo).

## FRAGMENTACIÓN EUROPEA

La Unión Europea representa una forma única de integración económica y política. Cuando lanzamos nuestro estudio, en 2014, los puntos más álgidos dentro de la UE parecían concentrarse en el sur. El país cuya crisis era vista como la fuerza que precipitaría una posible fragmentación era Grecia. El neologismo que se debatía en aquel entonces era *grecxit* (en alusión a la salida de Grecia de la UE). No obstante, en enero de 2013, el primer ministro británico David Cameron prometió llevar adelante un referéndum para determinar la continuidad de la participación del Reino Unido en la Unión Europea si su partido obtenía la mayoría en la siguiente elección general. Entonces, el *brexít* pasó a ser el principal foco de discusión. Desde el 24 de junio de 2016, un día después del referéndum sobre la continuidad de su membresía en la Unión Europea, el *brexít* se convirtió en objeto

de noticias y comentarios a diario.

El 1 de marzo de 2017, la Comisión Europea publicó el *Libro blanco sobre el futuro de Europa*. Allí plantea cinco escenarios para Europa en 2025.

- El escenario 1, “Seguir igual”, es un escenario en el que la UE27 mantiene su rumbo y aplica y mejora su programa de reformas.

- El escenario 2, “Solo el mercado único”, describe la reducción de la UE a un proyecto comercial, en el cual las cuestiones que tienen que ver con la agenda social, la seguridad y el medioambiente (entre otras) solo se abordan bilateralmente a nivel de los Estados miembros.

- El escenario 3, “Los que desean hacer más, hacen más”, concibe la existencia de ciertos grupos de Estados miembros que colaboran en áreas políticas como la defensa, la seguridad interior y las cuestiones sociales. Efectivamente, esto significa adoptar el enfoque del espacio Schengen o el del euro como modelos de desarrollo futuro.

- El escenario 4, “Hacer menos, pero de forma más eficiente”, prevé una UE27 que se concentra en unas pocas prioridades clave en vez de tratar de hacerlo todo (y que distribuye muy ajustadamente sus recursos). La agenda del crecimiento –centrada en el comercio, la innovación y la investigación y desarrollo– puede ser un pilar central en este escenario.

- El escenario 5, “Hacer mucho más conjuntamente”, podría llamarse el escenario “todos adentro”, donde la UE27 decide colectivamente que una mayor integración y coordinación entre todas las áreas de política es la mejor forma de alcanzar las metas individual y colectivamente.

A pesar de ser el *brexít* un ítem que marca la agenda y aporta un contexto y un estímulo para repensar el futuro de Europa, no hay ninguna discusión explícita acerca de la partida del Reino Unido de la Unión Europea dentro del

*Libro blanco* (“El punto de partida para cada uno de los escenarios es que los 27 Estados miembros avancen juntos como Unión”). Es evidente que el *Libro blanco* pretende impulsar a los países de la UE27 a pensar proactivamente acerca del tipo de Unión que quieren tener después del *brexít*. Sin duda, el *brexít* es un golpe para el proyecto de la UE, y el *Libro blanco* terminará siendo uno de los varios llamamientos diseñados para levantar la vista del enredo actual y mirar hacia el horizonte con esperanza.

Una gran proporción de ciudadanos de la UE sabe muy poco acerca de cuánto influye la Unión en la vida diaria. En enero de 2017, el primer ministro británico reveló el plan para abandonar el Mercado Único. La membresía de la Unión Europea es compleja y las primeras señales respecto de la negociación del comercio *posbrexít* (y, de hecho, la relación del Reino Unido en general con la UE en todas las áreas políticas) han sido conflictivas y negativas. En nuestro estudio de 2014 (Comisión del Reino Unido para el Empleo y las Competencias, 2014), planteamos las siguientes cuestiones como implicancias de una salida del Reino Unido de la Unión Europea en térmi-

nos de empleo y competencias.

- Si el Reino Unido perdiera su estatus actual de librecambista con la UE, las exportaciones sufrirían y esto entrañaría una pérdida de puestos de trabajo.

- La pérdida de la libertad de movimiento de la que gozan actualmente los ciudadanos de la UE que migran al Reino Unido significaría una considerable reducción de la fuente de talentos disponible para las empresas británicas.

- La pérdida de acceso irrestricto a los talentos europeos redundaría en la necesidad de realizar grandes esfuerzos de reentrenamiento y mejora de las capacitaciones. El mantenimiento de las habilidades se tornaría más importante; aumentaría la competencia por talentos más limitados.

Estas implicancias, que sugerimos en el antedicho estudio de 2014, son tan claras como todo lo que se publicó desde el referéndum del Reino Unido en 2016. Hay mucha incertidumbre en la situación actual. Más allá de la política a distintos niveles –dentro de los partidos, dentro de las naciones, dentro de la UE27– la tolerancia y un liderazgo con fuertes principios parecen una esperanza más que una realidad. ☁

### NOTAS

<sup>1</sup> Cellan-Jones, R. “Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind”. BBC News. 2 de diciembre de 2014.

### BIBLIOGRAFÍA

Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U. 2016. “The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis”. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189. París: OECD Publishing.

Autor, D. 2015. “Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation”. *Journal of Economic Perspectives*. 29 (3): 3-30.

Autor, D., Levy, F. y Murnane, R. 2003. “The skill content of recent technological change: An empirical explanation”. *Quarterly Journal of Economics*. 118 (4): 1279-1333.

Brynjolfsson, E. y McAfee, A. 2014. *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. Nueva York y Londres: W. W. Norton & Company.

Comisión del Reino Unido para el Empleo y las Competencias. 2014. *The Future of Work: Jobs and Skills in 2030*. Londres: UKCES.

Comisión Europea. 2016. “The Future of Work: Skills and Resilience for a World of Change”. European Political Strategy Centre Strategic Notes -Issue 13/2016. EPSC.

—. 2017. *Libro blanco sobre el futuro de Europa. Reflexiones*

\* Durante la edición de este volumen, falleció el Dr. Rhi-siart. Los editores expresan sentidas condolencias a sus seres queridos por esta dolorosa pérdida para la comunidad científica internacional.

*iones y escenarios para la Europa de los Veintisiete en 2025*. Bruselas: Comisión Europea.

Foro Económico Mundial. 2016. *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Global Challenge Insight Report. Ginebra: World Economic Forum.

Frey, C. y Osborne, M. 2013. “The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?”. Working paper. Oxford, Reino Unido: Oxford University.

Goos, M., Manning, A. y Salomons, A. 2014. “Explaining Job Polarization: Routine-biased Technological Change and Offshoring”. *American Economic Review*. 104 (8): 2509-2526.

Mokyr, J., Vickers, C. y Ziebarth, N. L. 2015. “The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?”. *Journal of Economic Perspectives*. 29 (3): 31-50.

Oficina Internacional del Trabajo. 2016. “The future of work: The meaning and value of work in Europe”. ILO Research Paper No. 18. Ginebra: ILO.

The Millennium Project. 2016. *Three Alternative Scenarios of Work/Technology 2050*.

ANÁLISIS

Tang Jun  
Universidad de Estudios Internacionales de Zhejiang  
y Pangoal Institution

# Made in China

# 2025



El futuro no es un regalo, es una conquista.

Robert Kennedy

CÓMO FUE EL PASO DE LA INDUSTRIA ROBÓTICA CHINA DESDE LA ETAPA INICIAL, EN LA QUE LOS ROBOTS DESPLAZABAN A LOS TRABAJADORES, A UNA FASE DE DESARROLLO ACELERADO QUE IMPLICÓ UNA MEJORA DE LA ESCALA DE LA CADENA INDUSTRIAL A PARTIR DE LA INTRODUCCIÓN DE LA ESTRATEGIA HECHO EN CHINA 2025.

Desde la Primera Revolución Industrial, la difusión del uso de las máquinas ha mejorado enormemente la productividad y la vida y ha traído aparejados cambios significativos en diversos sectores de la sociedad humana. Se produce así una redefinición de la relación entre los trabajadores humanos y las máquinas. Las preocupaciones respecto de que las máquinas generarían grandes niveles de desempleo surgieron cuando algunos departamentos y puestos de trabajo tradicionales fueron eliminados y reemplazados por aquellas. A pesar de que, a lo largo de la historia, la industrialización no produjo situaciones de desempleo a gran escala en el largo plazo y de que el progreso técnico siempre estuvo acompañado por la creación de empleos nuevos, las preocupaciones respecto de que las máquinas sustituirían a los seres humanos nunca se disiparon.

El robot es el símbolo por excelencia de la Tercera Revolución Industrial. Desde que se creó el primer robot, en 1954, los países desarrollados fueron estableciendo un sistema de robótica industrial perfecto, con modernas tecnologías de base y aplicaciones de productos. Unas pocas empresas de dichos países se posicionaron como líderes mundiales en la industria robótica. Especialmente a partir de la crisis financiera, el desarrollo de la robótica se promovió como una estrategia nacional tendiente a mantener la posición de vanguardia de dichos países. La tasa de crecimiento anual promedio de las ventas mundiales de robots superó el 17% en los últimos cinco años. En 2014, las ventas brutas globales ascendieron a 229.000 unidades, tras un incremento del 29%. La

densidad de aplicaciones robóticas industriales a nivel mundial, es decir, la cantidad promedio de robots industriales utilizados por cada millón de trabajadores, se incrementó de 50 (hace cinco años) a 66 (en la actualidad); incluso, la densidad de robots industriales en los países desarrollados fue generalmente superior a 200. Al mismo tiempo, con el desarrollo vertiginoso de los robots de servicios, la gama de aplicaciones se expandió aún más e incorporó usos tales como los de los robots quirúrgicos, espaciales, biónicos y antiterroristas y antidisturbios. Según los pronósticos de la Federación Internacional de Robótica (IFR, por sus siglas en inglés), entre 2016 y 2018, la tasa de crecimiento de la capacidad robótica instalada a nivel mundial será de, al menos, el 15%; en particular, la tasa de crecimiento anual en América y Europa será del 10%, mientras que en Asia y Oceanía alcanzará el 18%. Dicho crecimiento será más rápido en la industria manufacturera y en las regiones donde el crecimiento de los robots industriales es el pilar de la industria.

Especialmente gracias a las aplicaciones de una gran cantidad de robots industriales durante los últimos años, el nivel de inteligencia artificial mejoró hasta tal punto que la estructura de interacción entre la máquina y el trabajador humano inició un período de ajuste profundo. En algunos aspectos, el cerebro humano se vio superado por la inteligencia artificial del robot,<sup>1</sup> lo cual trajo aparejada una vez más la preocupación respecto de si los robots eventualmente reemplazarán a los humanos y dominarán el mundo, dando por sentado que tomarán sus puestos de trabajo.

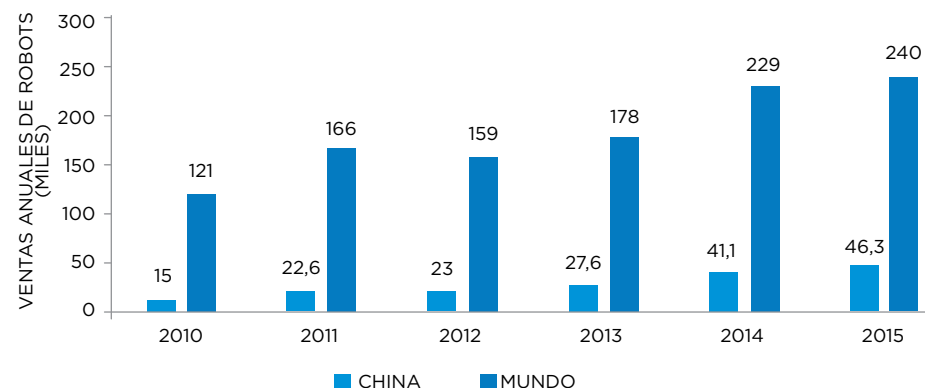
Las aplicaciones robóticas constituyen un tema que despierta mucha atención en China. Por un lado, es uno de los países que muestra el desarrollo más rápido de la industria robótica a nivel mundial y se convirtió en el mercado de robots industriales más grande del mundo a partir de 2013. No hay dudas de que los chinos continuarán desarrollando vigorosamente su industria robótica en las próximas décadas, como indica su Plan de desarrollo de la industria robótica (2016-2020), presentado recientemente. Por otro lado, dado que cuenta con la población más numerosa del mundo (cuyo total alcanzó los 1.370 millones de personas a fines de 2015), naturalmente tiene la mayor fuerza de trabajo del planeta (la población económicamente activa a fines de 2015 era de 800 millones). Si bien en China la tasa de desempleo urbano registrado permaneció cerca del 4,1% desde el año 2000, la población urbana activa que se agregará anualmente excederá los 16 millones en las próximas décadas.<sup>2</sup> Si el serio riesgo de desempleo en la situación económica de la llamada “nueva normalidad” se incrementa debido al desarrollo vertiginoso de la industria robótica, será un motivo

**4,1%**  
ES LA TASA DE  
DESEMPLEO URBANO  
EN EL GIGANTE  
ASIÁTICO

de preocupación importante.

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis del impacto de la robótica en el empleo sobre la base de investigaciones empíricas llevadas a cabo en China. Este análisis mostrará que el desarrollo de la robótica en dicho país no desplazó a los trabajadores en el pasado y que, además, en el futuro, creará oportunidades como uno de los principales impulsores para atravesar la nueva normalidad. Por lo tanto, el efecto del desarrollo de la robótica sobre el empleo en el largo plazo es positivo. El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera: la segunda sección presentará brevemente el proceso de desarrollo de robots en China, la tercera sección analizará el impacto de la industria robótica china sobre el

GRÁFICO 1  
VENTAS ANUALES DE ROBOTS: CHINA VS. MUNDO (2010-2015)



Fuente: CRIA (2016). <http://cria.mei.net.cn>.



empleo en el pasado, la cuarta sección analizará el impacto del documento del proyecto nacional sobre la economía y el empleo en la nueva normalidad y la última sección concluirá con un resumen del impacto positivo sobre el empleo.

### LA ROBOT-LUCIÓN CHINA

En la antigüedad, China ya mostraba gran habilidad en la fabricación de máquinas y herramientas para la producción y la vida. Por ejemplo, el predecesor de los constructores chinos, Lu Ban, construyó, en el siglo V a. C., una máquina voladora de bambú y madera con forma de pájaro sobre la base del principio mecánico. Zhuge Liang, quien fue aclamado como la encarnación de la sabiduría, construyó una máquina llamada “buey y caballo de madera”, para transportar pertrechos militares en el siglo II. China quedó rezagada con respecto al mundo occidental en la revolución industrial moderna, por lo que quedó sumergida en unos 100 años de penetración. Por lo tanto, los chinos se dedicaron a tratar de alcanzar al mundo desarrollado a nivel científico y tecnológico. Desde que se empezaron a desarrollar los robots modernos en 1972, la industria robótica china pasó, a grandes rasgos, por tres etapas: de surgimiento, en la década de 1970; de exploración, en la década de 1980; y de transformación, a partir de la década de 1990. Por lo tanto, sobre la base de investigaciones independientes complementadas por transferencia de tecnología y desarrollo cooperativo, el nivel de la industria robótica china gradualmente alcanzó al de los países desarrollados. La aplicación de robots en la industria manufacturera china está cada vez más difundida, desde que, a principios del siglo XXI, el país se convirtió en la fábrica manufacturera del mundo.

China formó un enorme mercado para la industria robótica. Las ventas de

robots industriales en el mercado chino fueron de casi 37.200 unidades en 2013,<sup>3</sup> que dan cuenta de aproximadamente un quinto de las ventas globales; esto hace de China el mercado consumidor de robots industriales más grande del mundo. En 2014, las ventas alcanzaron las 57.000 unidades, con un incremento del 56% sobre los niveles del año anterior; esta cantidad representa un cuarto de las ventas mundiales. Asimismo, la densidad de robots se incrementó a 36, cuando cinco años antes apenas llegaba a 11. Con respecto a los robots de marcas independientes, se vendieron 17.000 unidades, lo cual representó un incremento del 78% sobre los niveles del año anterior. La tasa de crecimiento anual de las ventas de robots industriales en China entre 2010 y 2014 fue del 40%, muy por encima del promedio mundial.

Los robots son muy utilizados en la fabricación inteligente en China. Debido al objetivo de convertirse en una potencia manufacturera mundial en 2025, de acuerdo con lo expresado en el documento del plan Hecho en China 2025 –promulgado por el gobierno chino en marzo de 2015–, la fuerte demanda de inteligencia que típicamente representa el robot se inspiró, en gran medida, en el sector manufacturero a partir de 2015. Las aplicaciones de robots industriales fueron utilizadas más ampliamente en 88 categorías industriales en 35 industrias de la economía nacional china en 2015, mientras que en el año anterior habían sido utilizadas en 21 categorías industriales en 6 industrias. Las nuevas áreas incluyen el procesamiento de alimentos de origen agrícola, los vinos, la industria de bebidas y té refinados, la industria farmacéutica, la alimenticia, la industria de fundición y laminado de metales no ferrosos, las materias primas químicas y los productos químicos manufacturados, la fabricación de equipos, la industria de equipos y maquinarias eléctricas, la

industria del metal, la de fabricación de automóviles y la de productos de goma y plástico.

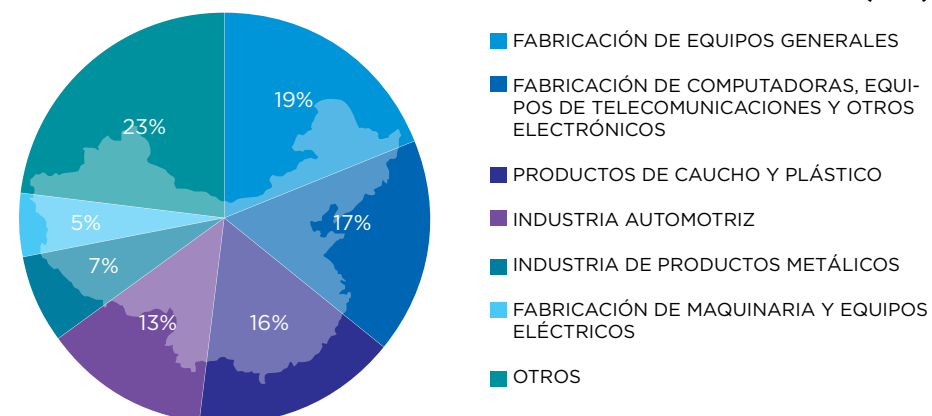
El índice de localización de robots en China también está en aumento. Según las estadísticas de la CRIA, del total de 68.459 unidades de robots industriales vendidas en el mercado chino en 2015, las ventas de robots nacionales fueron de 22.257 unidades, lo que muestra una tasa de crecimiento del 31,3%, muy superior al crecimiento de las ventas de marcas extranjeras. La tecnología robótica nacional china se desarrolló rápidamente a partir de la primera generación de robots industriales, que solo podían llevar a cabo tareas simples, para pasar, en los últimos años, a una segunda generación de robots inteligentes, gracias al apoyo de una política de desarrollo preferencial. Mientras tanto, muchas empresas líderes en la fabricación de robots a nivel internacional –atraídas por las enormes oportunidades que ofrece el mercado chino– invirtieron en empresas chinas y, de ese modo, mejoraron el nivel de la robótica en el país.

La densidad de las aplicaciones de robots en China es mucho menor que la

**78%**  
FUE EL CRECIMIENTO ANUAL DE LAS VENTAS DE ROBOTS DE MARCAS INDEPENDIENTES

observada en otros cuatro importantes proveedores (ver gráfico 3) y es, incluso, menor que el promedio mundial. Debido a la urgente necesidad de modernizar la industria manufacturera y a la enorme demanda de aplicaciones de fabricación inteligente, así como a la pérdida del dividendo demográfico, China se comprometió a elevar el nivel de la industria manufacturera tradicional para ponerla a tono con la era de la fabricación inteligente y generar así un gigantesco mercado potencial. Según los pronósticos de la IFR, las ventas chinas de robots industriales en 2015-2017 mantendrán su tasa de crecimiento anual del 12% y llegarán a las 130.000 unidades en total. El estado del gran mercado chino de robots no se verá afectado.

GRÁFICO 2  
DISTRIBUCIÓN DE LAS VENTAS INTERNAS DE ROBOTS INDUSTRIALES EN CHINA (2015)



Fuente: iiMedia Research (2016), Annual Research Report on China's Robotics Industry 2016.

**ROBÓTICA Y EMPLEO**

El interrogante acerca de si los robots afectarán el empleo es una preocupación mundial, especialmente a medida que estos se vuelven cada vez más inteligentes. El ser humano ha caído en el siguiente dilema: la intención original de inventar robots era alivianar la carga de trabajo de varias tareas complejas e, incluso, reemplazar todo el trabajo y liberar a las personas; sin embargo, estos robots cada vez más inteligentes, que pueden reemplazar a las personas en sus trabajos, despiertan en los seres humanos la preocupación acerca de si los robots finalmente dominarán el planeta. Asimismo, parece peor que los humanos dependan cada vez más de los robots que desplazar a los robots de la vida humana.

La IFR muestra un punto de vista optimista con respecto al reemplazo de los robots. En sus dos informes cuyo tema central es el impacto positivo de los robots industriales sobre el empleo, publicados en 2011 y 2013, la IFR identifica a la robótica como un gran impulsor de la creación de empleo a nivel mundial a lo largo de los próximos cinco años. El impacto de los robots sobre el empleo se dividió entre un efecto directo, responsable de la creación de cerca de 3 millones de puestos de trabajo por parte de 1 millón de robots industriales actualmente en funcionamiento; y un efecto indirecto, por la creación de otras actividades derivadas, necesarias para apoyar las actividades manufactureras que solo pueden ser desempeñadas por robots. Por otro lado, el aumento del uso de robots que se producirá lo largo de los próximos cinco años traerá aparejada la creación de 1 millón de puestos de trabajo de alta calidad alrededor del mundo.

La relación entre la robótica y el empleo en China es, sin duda, un motivo de especial preocupación para las mayores potencias industriales del mundo. En esos

dos informes de la IFR, China es el ejemplo típico de un mercado en el que los costos laborales están en aumento, mientras enfrenta una creciente competencia de bajo costo, de modo que se espera que el uso de la robótica aumente aún más para mantener la competitividad. Según la IFR, este fenómeno indica que China puede mantener una tasa de desempleo estable al tiempo que continúa incrementando la cantidad de robots, lo cual demostraría que los robots no desplazarán demasiado al empleo. No obstante, la IFR también nota que China enfrenta diversos problemas, como el incremento de los costos laborales, el rápido envejecimiento de la población, la transformación de la estructura económica y la modernización en la era de la poscrisis. A pesar de esto, la IFR sigue siendo optimista respecto de que, como motor de recuperación mundial, la actividad económica china generará más aplicaciones robóticas y mantendrá, al mismo tiempo, los niveles de empleo.

Sin embargo, este análisis sobre China no resulta del todo persuasivo. No puede dejar de considerarse la gran escala de la fuerza de trabajo, así como el importante nivel de actividad económica, por lo cual el impacto del avance de la robótica no puede medirse solamente en la estabilidad de la tasa de desempleo urbano. Hay varias razones que explican esto. En primer lugar, no hay evidencia significativa de que la tasa de desempleo urbano sea estable y esté correlacionada con las aplicaciones robóticas. En segundo lugar, si bien en los últimos cinco años la tasa de desempleo urbano registrado en China se mantuvo estable, se sumaron anualmente unos 16 millones netos de personas, es decir que se incrementó la cantidad de nuevos desempleados en este sector. No queda claro cuánto se debe a la robótica. En tercer lugar, la tasa de desempleo urbano registrado solo puede reflejar la situación del desempleo en las ciudades, pero en China, cada año, hay gran

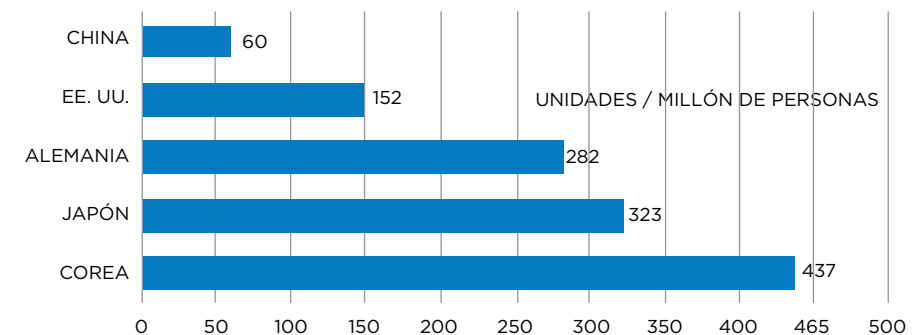
cantidad de trabajadores migrantes que no figuran en las estadísticas de empleo urbano. Es muy difícil medir si los robots desplazarán a los trabajadores urbanos que buscan oportunidades de empleo en las ciudades.

Hay tres tipos de relación entre los robots y los trabajadores humanos. La primera es el reemplazo de trabajadores por robots. La decisión de elegir un robot para reemplazar a un trabajador humano depende de si los costos de adquisición y mantenimiento del robot son más bajos que el salario del trabajador. Cuando el valor agregado del producto no sea suficiente para pagar salarios altos, la empresa podrá decidir comprar más máquinas y despedir trabajadores. En China, quienes compiten con el trabajo de un robot generalmente son los trabajadores migrantes y algunos trabajadores de edad más avanzada que pueden realizar tareas manuales simples de baja calificación. Es más probable que ellos sean desplazados del mercado de trabajo, ya que no tienen una ventaja competitiva con respecto a los robots. Estas industrias incluyen la manufacturera, la minería, el transporte y el almacenamiento, entre otras.

**35**  
INDUSTRIAS DE LA ECONOMÍA CHINA YA INCORPORARON ROBOTS A SU PRODUCCIÓN

La segunda relación es aquella en la que los robots asisten a las personas en sus trabajos. La demanda de fuerza física, las operaciones de alta precisión, la capacidad de pensar y otros requisitos que muchos trabajos implican han ido avanzando gradualmente más allá de los límites de la humanidad en industria moderna. Por ejemplo, ningún ser humano común puede soldar cientos de millones de placas en un chip diminuto, o llevar a cabo un trabajo continuo durante largas horas o desplegar una memoria y capacidad de cómputo inimaginables. Pero si todos desearían controlar el modo en que el robot expande los límites de su trabajo. En China, con la modernización del sector manufacturero, se emplean cada vez más robots para asistir a los seres humanos en

**GRÁFICO 3**  
**DENSIDAD DE APLICACIONES EN LOS CINCO MAYORES PROVEEDORES DE ROBOTS DEL MUNDO, 2014**



Fuente: iiMedia Research (2016), Annual Research Report on China's Robotics Industry 2016.

ciertas industrias, como la automotriz, la electrónica y las telecomunicaciones, entre otras.

La tercera relación es la creación de nuevos puestos de trabajo. El robot está hecho de múltiples componentes y su producción requiere diversas actividades. De modo que la industria robótica está asociada con muchas otras industrias relacionadas, como las de metales refinados, circuitos, instalación y fabricación de componentes, diseño inteligente, diseño de circuitos y diseño de la transmisión de datos. Por lo tanto, los robots pueden generar muchos puestos de trabajo nuevos. Con el desarrollo vertiginoso de la industria robótica en China, en los últimos años fueron estableciéndose cada vez más empresas nacionales y extranjeras dedicadas a la robótica. Por ejemplo, en 2013, el tamaño del complejo de la industria robótica china llegó a 458 empresas, que conformaron una cadena industrial completa y definida en todas sus etapas, incluidas las de investigación y desarrollo, ventas, transporte, operación, mantenimiento, fabricación de componentes y suministros, lo cual generó muchísimo empleo nuevo.

Con respecto a las relaciones anteriores entre los robots y los trabajadores, podemos decir que solo en la primera existe una amenaza de que el robot desplace al trabajador, mientras que en la segunda y tercera se mantiene el empleo y se generan nuevos puestos de trabajo. En la etapa más temprana de la industria robótica, la primera relación se encontraba en cierta ventaja con respecto a las últimas dos; por lo tanto, en ese caso, los robots desplazaban más puestos de trabajo que los que podían mantener o crear, de modo que el efecto sobre el empleo era negativo, a pesar de que ese efecto de desplazamiento era limitado porque no había tanta cantidad de robots. Con las mejoras producidas en la industria robótica y en las industrias relacionadas dentro de esta cadena, los robots pueden crear y absorber cada vez más empresas y más empleo, y así generar un impacto positivo de dicha industria robótica sobre el empleo. El efecto será más significativo en términos de la importancia de la industria robótica en la economía nacional.

El impacto de la industria robótica china sobre el empleo es complejo. El gráfico 4 muestra el empleo en las principales in-

dustrias robotizadas entre 2011 y 2015. A medida que el uso de robots se incrementó a partir de 2011 en China, el empleo en estas industrias también aumentó, a pesar de que el número de robots chinos estaba entre los más altos del mundo. Sin embargo, la situación cambió en 2015, cuando el empleo en estas industrias cayó con respecto a los niveles de 2014, principalmente debido a una caída de la tasa de crecimiento anual del PIB por debajo del 7% (6,9%) por primera vez desde el año 2000. Asimismo, dicha caída también sufrió el impacto de la reestructuración y modernización industrial, a partir de una estrategia de sustitución de humanos por máquinas. Inevitablemente, nos encontramos en la etapa de desarrollo temprano de la industria robótica.

#### LA NUEVA NORMALIDAD

La mayoría de los países desarrollados han empezado a aplicar una estrategia de reindustrialización destinada a promover la integración profunda entre las tecnologías de la información y la industria manufacturera en esta nueva ola de revolución tecnológica, posterior a la crisis financiera. Por ejemplo, el gobierno alemán propuso la estrategia líder de la industria 4.0, contenida en la Estrategia de alta tecnología 2020, que apunta a elevar el nivel de inteligencia en el sector manufacturero, construir un recurso de sustitución eficiente y sabiduría genética para las empresas, así como integrar los procesos y valores de los consumidores y socios comerciales. En Estados Unidos, el concepto relevante es el de la llamada "internet industrial", centrado en una nueva industria manufacturera revolucionaria y en la activación de la industria tradicional con internet, para así mantener la competitividad de la industria manufacturera en el largo plazo, después de la crisis financiera. Una estrategia de modernización in-

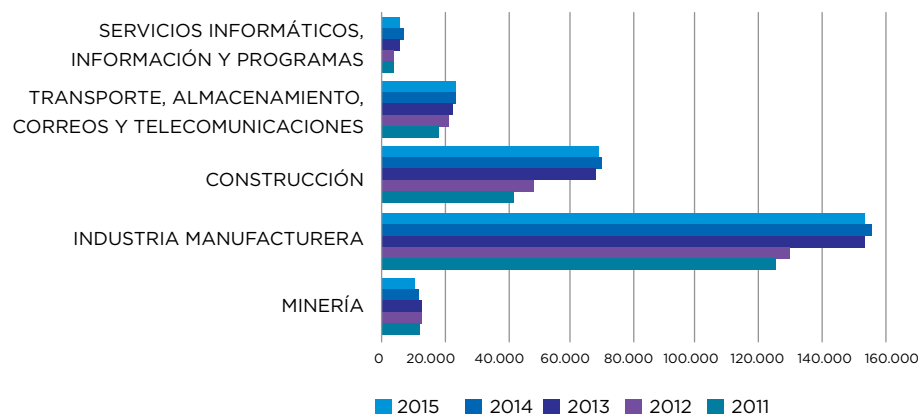
458  
EMPRESAS  
CONFORMAN EL  
COMPLEJO DE LA  
INDUSTRIA ROBÓTICA  
EN EL PAÍS

dustrial nacional semejante es aquella ya prácticamente lanzada en Japón y Corea del Sur. La revolución manufacturera está en auge en todo el mundo.

Como potencia manufacturera mundial, China naturalmente no quiere quedarse atrás en esta nueva revolución industrial que muestran sus competidores. Enfrenta, por tanto, la necesidad urgente de reestructurar y modernizar su industria para inyectarle un nuevo ímpetu al crecimiento de la economía en la nueva normalidad. La estrategia alemana de la industria 4.0 fue identificada como el modelo a seguir. El gobierno central chino promulgó el documento Hecho en China 2025 en mayo de 2015. Dicho plan se propone alcanzar objetivos estratégicos en tanto potencia manufacturera en tres pasos: el primero es pasar a formar parte de las potencias manufactureras antes de 2025, el segundo es lograr un nivel medio de poder manufacturero mundial en toda la industria antes de 2035 y el tercero es mantener esa posición de avanzada como potencia manufacturera y lograr un fortalecimiento integral a nivel mundial antes de 2049.

Para alcanzar estos objetivos estratégicos, el documento identifica nueve tareas estratégicas y áreas clave: la primera es mejorar la capacidad de innovación de la industria manufacturera china; la segunda es promover la integración profunda de la informatización y la industrialización; la tercera es reforzar la capacidad industrial básica; la cuarta es reforzar el desarrollo de marcas de alta

GRÁFICO 4  
EMPLEO EN LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS ROBOTIZADAS EN CHINA (MILES)



Fuente: National Bureau of Statistics, PRC [Oficina Nacional de Estadísticas de la República Popular China]. <http://www.stats.gov.cn/>.

# 45.000

## EMPLEADOS MÁS NECESITARÁ LA INDUSTRIA ROBÓTICA CHINA EN LOS PRÓXIMOS AÑOS

calidad; la quinta es implementar, de un modo completo, técnicas de fabricación respetuosas del medioambiente; la sexta es promover enérgicamente la investigación y el desarrollo de áreas clave, poniendo el foco especialmente en las industrias de la tecnología de la información de última generación, las máquinas, herramientas y robots de alto nivel, los equipos aeroespaciales, los equipos de ingeniería naval y embarcaciones de alta tecnología, los equipos de transporte ferroviario de avanzada, los vehículos que favorecen el ahorro energético y utilizan nuevas formas de energía, los equipos eléctricos, los agrícolas, los nuevos materiales de alto rendimiento, el material médico y biomédico, y otras diez áreas clave; la séptima consiste en promover aún más el ajuste estructural de la industria manufacturera; la octava se centra en promover activamente el desarrollo de las industrias productoras de servicios y los servicios orientados a las manufacturas; y la novena es mejorar el nivel de internacionalización de la industria manufacturera.

Para implementar la estrategia Hecho en China 2025, que reafirma a la industria robótica como una de las áreas de desarrollo prioritarias, el gobierno chino formuló el Plan de desarrollo de la industria robótica (2016-2020), destinado a promover el desarrollo sólido y sostenible de la industria nacional de robots. Claramente, los objetivos de este plan a cinco años consisten en perfeccionar la formación del sistema de robots indus-

triales e incrementar significativamente la capacidad de innovación y la competitividad nacional e internacional, para desarrollar productos robotizados de mejor calidad y rendimiento y expandir, de un modo sostenido, la escala industrial.

Los dos documentos, sin dudas, promoverán la industria robótica china y, por tanto, tendrán un impacto sobre el empleo. Como mencionamos anteriormente, el empleo futuro se verá afectado de manera directa e indirecta. El efecto directo será una mayor expansión de la escala de la cadena industrial de los robots en la fabricación inteligente, que favorecerá el desarrollo de estos sectores y creará así más empleo. Como predice el documento del plan, los robots industriales independientes en producción llegarán a las 100.000 unidades y la producción anual de robots industriales de seis ejes o más superará las 50.000 unidades. Los ingresos por ventas anuales de robots de servicios totalizarán más de 30.000 millones de yuanes. Se promoverán más de tres empresas líderes con competitividad internacional y se construirán más de cinco clústeres industriales de robótica. Para lograr este objetivo, surgirán miles de empresas nuevas en la industria de los robots, mientras que una gran cantidad de sectores de la cadena industrial abastecerán a ese núcleo industrial, y generarán así una gran cantidad de puestos de trabajo nuevos. El efecto indirecto muestra que el nivel de industrialización inteligente motorizará de manera continua el crecimiento económico sostenido, lo cual también absorberá más empleo. En primer lugar, elevar el nivel de la industria robótica puede mejorar las tecnologías de fabricación y la productividad, y así superar las tendencias recesivas actuales y lograr la prosperidad del sector manufacturero, de modo de asegurar la estabilidad del empleo. En segundo lugar, la prosperidad del sector manufacturero promoverá el desarrollo de departamen-

tos industriales secundarios, lo cual también salvará muchos puestos de trabajo en la industria manufacturera. Finalmente, la fabricación inteligente servirá como un nuevo motor de crecimiento económico y llevará a China a mantener tasas de crecimiento sostenidas elevadas en la nueva normalidad y a absorber así mayores niveles de empleo.

### UNA TRANSFORMACIÓN INEVITABLE

A partir de las tendencias en la tecnología y las ciencias humanas, el modelo futuro de una industria manufacturera orientada a la robótica será inevitable. Se reducirá una cantidad de puestos de trabajo tradicionales. Pero, al mismo tiempo, un nuevo modelo de fabricación inteligente generará muchos puestos de trabajo nuevos. La IFR estima que actualmente hay 300.000 trabajadores empleados en el sector de la industria robótica y unas 45.000 personas más serán requeridas por esta industria durante los próximos cinco años.

China se ha convertido en el país con

mayores niveles de ventas de robots. La industria robótica china se transformó desde una etapa inicial, en la que los robots desplazaban a los trabajadores, a una fase de desarrollo acelerado que implica una mejora significativa, tanto de la escala de la cadena industrial, como de su nivel de inteligencia, a partir de la elaboración de la estrategia Hecho en China 2025 y del Plan de desarrollo de la industria robótica (2016-2020).

En este proceso, los robots inevitablemente reemplazarán a los trabajadores que realizan tareas simples y repetitivas, al tiempo que promoverán, en gran medida, el surgimiento de más industrias nuevas, nuevos negocios y nuevos puestos de trabajo, que se ubicarán en el centro de la cadena industrial con un alto nivel científico y tecnológico y, por lo tanto, absorberán más empleo. En el largo plazo, la industria de la fabricación inteligente estimulará un crecimiento económico acelerado, estable y próspero, que constituye la base para asegurar el pleno empleo. Por lo tanto, vemos con optimismo el impacto futuro de la industria robótica china sobre el empleo. ☁

#### NOTAS

<sup>1</sup> Entre el 9 y el 15 de marzo de 2016, AlphaGo, la inteligencia artificial desarrollada por Google, le ganó una partida de Go por 4 a 1 a Lee Sedol, el campeón mundial coreano. Esta batalla del siglo entre el hombre y la máquina suscitó un debate a nivel mundial sobre la inteligencia artificial y acerca de si el robot ocupará el lugar de las personas. Debido a la extrema complejidad del Go y su profundo carácter cultural, se creía que era casi imposible que la inteligencia artificial derrotara

al ser humano. Pero inesperadamente y antes de lo pensado, llegó el día.

<sup>2</sup> National Bureau of Statistics of P.R.C [Oficina Nacional de Estadísticas de la República Popular China], <http://www.stats.gov.cn/>

<sup>3</sup> Los datos de la industria robótica china utilizados en este artículo fueron extraídos de China Robot Industry Alliance (CRIA, por sus siglas en inglés) [Alianza de la Industria Robótica de China]. <http://cria.mei.net.cn/>.

#### BIBLIOGRAFÍA

**Acemoglu, D. y Restrepo, P. 2015.** "The Race Between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment". NBER Working Paper No. 22252, Cambridge: National Bureau of Economic Research.

**Autor, D. 2015.** "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation". *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3): 3-30.

**Autor, D., Levy, F. y Murnane, R. J. 2003.** "The Skill-Content of Recent Technological Change: An Empirical Investigation". *The Quarterly Journal of Economics*, 118 (4): 1279-1333.

**Cai, X. L. y Gao, W. Q. 2017.** "The Impact of China's Intelligent Manufacturing on the Transfer of Agricultural Labor Force". *Journal of Fujian Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition)*, 1: 68-86.

**Deng, Z. 2016.** "The Development of Industrial Robots and its Impact on Employment". *Journal of Local Financial Studies*, Marzo.

**—, 2014.** "Robots Replace Redundant Labor and Create Employment: Toward Human Computer Cooperation". *China Computer & Communication*, Agosto.

**International Federation of Robotics (IFR). 2013.** *Positive Impact of Industrial Robots on Employment*. Londres: Metra Martech Limited.

**Yang, F. 2016.** "Information Technology Application and Labor Market Polarization". *Financial Theory Studies*, 5: 68-76.

**Yuan, Y. y Yongting, Z. 2014.** "Alternative or Opportunity: the New Generation of Migrant Workers' Living Choices in Industrial Robot Era". *Contemporary Youth Research*, Mayo.

ANÁLISIS

# La utopía posible

Tecnología futurista y calidad de vida

Mingming GUO  
Hua ZHANG  
Guanzhi ZHANG  
Jianwen HUO

Universidad de Ciencia y Tecnología del Suroeste de China



.....  
  
.....  
Todavía no es demasiado tarde para construir una utopía que nos permita compartir la tierra.  
.....  
Gabriel García Márquez  
.....

LA ROBÓTICA INTELIGENTE HA LOGRADO NUMEROSOS AVANCES INTERDISCIPLINARIOS EN TÉRMINOS DE MECÁNICA, INFORMACIÓN, MATERIALES, CONTROL Y CIENCIAS MÉDICAS. ESTE TRABAJO SE CENTRA EN LA ROBÓTICA DE SERVICIOS Y ANALIZA LOS DESARROLLOS DE LAS TECNOLOGÍAS QUE CUMPLEN UNA FUNCIÓN FUNDAMENTAL COMO EL RECONOCIMIENTO DE VOZ, LA INTERPRETACIÓN DE EMOCIONES, LAS ESTRUCTURAS DE SOFTWARE, LAS REDES INTERACTIVAS DE PIEL ARTIFICIAL Y LOS NANOSISTEMAS.

El desarrollo vertiginoso de las tecnologías de la información y la internet, los nuevos materiales, las nuevas energías, la automatización y la inteligencia artificial han promovido el avance de las máquinas y los robots inteligentes. Gracias a los beneficios de las nuevas tecnologías, hay cada vez más esperanzas de que los robots ayuden o sustituyan a los seres humanos para llevar a cabo trabajos peligrosos, pesados o complicados de manera más eficiente y eficaz. Se espera, incluso, que los robots ofrezcan servicios de apoyo para la vida cotidiana de las personas, que amplíen el alcance de sus actividades y capacidades. Por estas razones, las tecnologías robóticas que se utilizaron tradicionalmente para la industria manufacturera se han adaptado y han penetrado en los servicios de salud, educación, entretenimiento, exploración, encuestas, biología y asistencia en situaciones de catástrofe. En este trabajo, describimos las investigaciones actuales y los planes de desarrollo de la robótica alrededor del mundo, analizamos las tecnologías de vanguardia en materia de robótica y predecimos el futuro de los robots de servicios.

## ROBÓTICA DE SERVICIOS

Según un informe de la Federación Internacional de Robótica, la cantidad de robots de servicios vendidos en 2015 se incrementó un 25% y las ven-

tas crecieron un 14%, hasta alcanzar un nuevo récord de US\$ 4.600 millones (IFR, 2016). Las ventas de robots para operaciones médicas y de rehabilitación proyectadas para el período 2016-2019 se ubican en los US\$ 7.200 millones. En el sistema logístico, se espera que los vehículos autoguiados alcancen los US\$ 5.300 millones. Las ventas de robots domésticos para limpieza y entretenimiento se incrementarán de US\$ 3,6 millones en 2015 hasta alrededor de US\$ 30 millones, como muestra el gráfico 1. La cantidad de robots diseñados para asistir a personas con discapacidades y de edad avanzada llegará a las 37.500 unidades, y su valor alcanzará los US\$ 9,7 millones. Estas estadísticas muestran que la demanda de los robots de servicios está marcando un hito histórico.

Actualmente, las investigaciones, desarrollo y fabricación de los robots de servicios se concentran principalmente en Europa (43%) y América del Norte (37%), mientras que Asia apenas da cuenta del 20%. Ejemplos típicos de las organizaciones de robots de servicios son el Laboratorio de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial del MIT, el Laboratorio de Inteligencia Artificial de la Universidad de Stanford, el Instituto de Investigaciones Robóticas de la Universidad Carnegie Mellon, el Laboratorio de Interacción Hombre-Máquina del Instituto de Tecnología de Georgia, el Instituto de Investigaciones Robóticas de la Universidad de Wase-

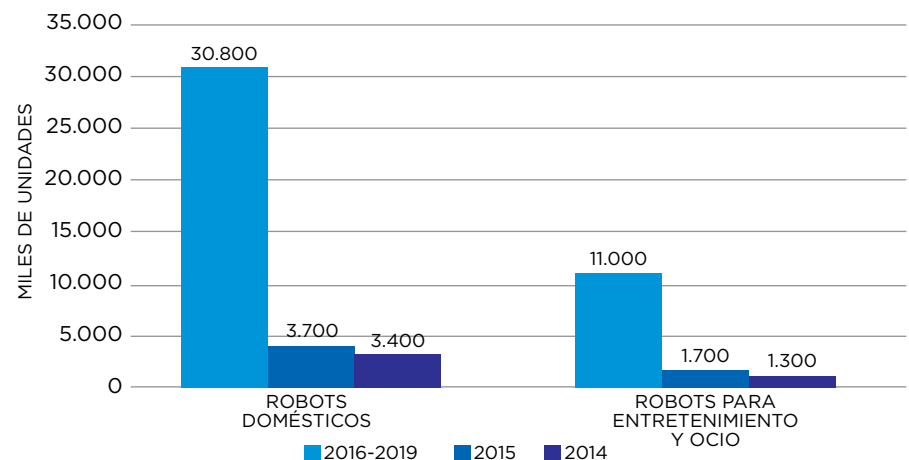
da, el Instituto de Investigaciones Robóticas de Honda, el Laboratorio de Investigaciones de Robótica Inteligente de la Universidad de Tsukuba, el Laboratorio de Investigaciones Robóticas del Centro Aeroespacial Alemán, el Centro de Investigaciones Aplicadas de Fraunhofer-Gesellschaft, el Centro de Investigación en Robótica Submarina de la Universidad de Girona, el Instituto de Automatización de Shenyang de la Academia China de Ciencias, el Instituto de Investigaciones Robóticas de la Universidad de Beihang, las empresas estadounidenses iRobot y Northrop Grumman, la británica ABP, la empresa Saab Seaeye de robótica submarina, la estadounidense Intuitive Surgical Robot Corporation, la alemana Reis Robot Group, la suiza ABB, la japonesa Yaskawa Electric Corporation, la estadounidense Remotec, la canadiense Pesco, la francesa Aldebaran y las empresas chinas Xinsong Robot Corporation y Harbin Boshi Automation Corporation (Wang, Tao y Chen, 2012).

Cabe destacar que, en este nuevo

GRÁFICO 1

### ROBOTS DE SERVICIOS PARA USO PERSONAL/DOMÉSTICO

UNIDADES VENDIDAS EN 2014 Y 2015 Y ESTIMACIÓN PARA 2016-2019



Fuente: IFR World Robotics (2016).

# US\$ 5.300

MILLONES ALCANZARÁN  
LAS VENTAS DE  
VEHÍCULOS  
AUTOGUIADOS

mercado, cada vez surgen más empresas nuevas. Actualmente, la búsqueda de avances en robótica y el desarrollo de la industria robótica se han convertido en una prioridad a nivel mundial. Se han logrado avances fundamentales en la robótica doméstica/educativa, la de rehabilitación y la robótica biónica.

## ROBOTS DOMÉSTICOS Y EDUCATIVOS

Los robots domésticos y educativos se utilizan principalmente para limpiar el hogar, monitorear la seguridad de

IMAGEN 1  
ROBOTS DE MONITOREO DE LA SEGURIDAD DOMÉSTICA



este y proporcionar cuidados para la salud y servicios emocionales. Los robots de limpieza más representativos incluyen la serie de aspiradores Roomba, fabricados por iRobot (Tao, 2015), el robot de Mint (Xu, Zhang y Du, 2009) y el barrefondos para piscinas de Aquabot (Xu, Yin y Zhou, 2007). Los robots que pueden brindar asistencia personal incluyen el PR2 de Willow Garage y FURo, fabricado por FutureRobot (Ren y Sun, 2015). Asimismo, Independence Technology desarrolla la silla de ruedas iBOT 4000, que puede subir escaleras (Guo, Xu y Wang, 2013).

Como muestra la imagen 1, para monitorear la seguridad del hogar un robot puede percibir imágenes utilizando sensores visuales y transmitir la imagen recogida al dueño de casa, así como detectar si hay un incendio. En caso de detectar un incidente de este tipo, el robot informará directamente al centro remoto del servicio de bomberos y mantendrá informado al dueño de casa acerca de los últimos desarrollos que se produzcan en el hogar.

El acompañante emocional (Lv, 2013) puede utilizarse para entablar videoconferencias entre familiares que se encuentran en lugares distantes y personas mayores o niños. Este tipo de robot también puede aliviar las tensiones por medios visuales y físicos. Adicionalmente, puede descargar

noticias, libros o música acordes a los gustos de los ancianos o niños y luego leerles los materiales descargados o jugar con ellos.

### REHABILITACIÓN MÉDICA

La inteligencia artificial se ha convertido en una nueva demanda de la humanidad para asegurar la salud y brindarles a quienes la gestionan una nueva dimensión de información. La interconexión inalámbrica ha alterado los patrones tradicionales que caracterizaban los servicios médicos, a medida que los robots de rehabilitación médica son cada vez más utilizados en el ámbito clínico, doméstico y de rehabilitación. Los avances en el campo del instrumental médico y su capacidad para detectar información médica en tiempo real y de un modo conveniente y no invasivo promueven reformas en los modos de gestionar los servicios de salud.

Asimismo, el instrumental actual puede analizar de manera efectiva las tendencias de los indicadores de salud, monitorear el desarrollo de enfermedades y proporcionar tratamientos precoces y personalizados. Por ejemplo, la empresa Intuitive Surgical desarrolló una plataforma que ofrece una visión 3D durante las intervenciones quirúrgicas asistidas por robots y permite que

los cirujanos diseñen y controlen la cirugía con múltiples grados de libertad. La imagen 2 muestra el robot quirúrgico desarrollado por Intuitive Surgical (Li, G. *et al.*, 2015). Actualmente, este sistema se encuentra instalado y en funcionamiento en más de 2.000 centros de investigación y hospitales.<sup>1</sup> La imagen 3 muestra el robot quirúrgico Discovery IGS 730 (Wen *et al.*, 2016), desarrollado conjuntamente por GE Healthcare y BA. Incorpora un sistema de imágenes 3D para realizar cirugías mínimamente invasivas y puede proporcionar imágenes de calidad extremadamente alta y total libertad de movimiento en el espacio de trabajo.

La imagen 4 muestra algunos ejemplos de exoesqueletos robóticos, entre ellos, el estadounidense Raytheon Sarcos XOS (DDN, 1 de octubre de 2010), el israelí ReWalk (Se, Han y Seon, 2015), el japonés HAL3 (Yang *et al.*, 2012) y el "Hombre de Hierro" desarrollado por la Universidad de Ciencias Electrónicas y Tecnología de China (Red china de fabricación inteligente, 29 de febrero de 2016). Estos robots pueden lograr que

IMAGEN 2  
ROBOT QUIRÚRGICO DA VINCI



**37.500**  
ROBOTS CUIDARÁN  
A PERSONAS DE  
TERCERA EDAD  
EN 2019

pacientes que se encuentran paralizados en sillas de ruedas logren caminar normalmente. También pueden percibir movimientos mínimos o variaciones de gravedad en los pacientes parapléjicos y ayudarlos a levantarse, caminar e, incluso, subir escaleras.

### ROBOTS BIÓNICOS

En la actualidad, las mascotas robóticas tienen cada vez más popularidad en los países occidentales y en Japón. Además de utilizarse con fines de entretenimiento, las mascotas robóticas también pueden hacer tareas de transporte y monitoreo en las industrias mi-

IMAGEN 3  
ROBOT DISCOVERY IGS 730 PARA CIRUGÍA MÍNIMAMENTE INVASIVA



litar y de servicios. En 2005, Boston Dynamics, fundada por el MIT, introdujo por primera vez en el mundo una solución para modelar, controlar y conducir un robot de cuatro patas, y desarrolló el primero, llamado BigDog, que se muestra en la imagen 5 (Boston Dynamics, 2016). Esta empresa más tarde diseñó una serie de robots cuadrúpedos. El robot de cuatro patas desarrollado por la empresa china South Industries Group Corporation consiste en un sistema mecánico con forma de patas, una unidad de potencia, un sistema de sensores y el sistema controlador (Li, M. *et al.*, 2015). Puede utilizarse como plataforma general para cualquier combate armado, socorro en casos de catástrofe, reconocimiento del terreno de combate, exploración geológica y transporte de bienes en territorios hostiles (ver imagen 6).

Científicos suizos desarrollaron un saltamontes robótico (Wang *et al.*, 2015), que se muestra en la imagen 7. Puede cruzar un terreno irregular y con pequeños obstáculos y saltar hasta una altura de dos pies. Debido a su flexibilidad y durabilidad, puede usarse potencialmente para explorar regiones remotas de la Tierra y de otros plane-

tas. Asimismo, investigadores de Harvard desarrollaron una mosca robótica, cuyo principio de vuelo es similar al de las moscas reales (ver imagen 8). Esta mosca robótica pesa 60 miligramos y mide 3 centímetros de ancho con las alas desplegadas. Se la utiliza principalmente en tareas de reconocimiento y socorro (Wang y Zhou, 2007).

En cuanto a los robots humanoides, el objetivo de las investigaciones llevadas a cabo por Japón y Corea del Sur es involucrar a los robots en la vida diaria de los seres humanos, como en el caso de los robots japoneses ASIMO (Hill y Herr, 2013) (imagen 9) y de los robots guía surcoreanos. Destinados a los individuos, las familias y las industrias de servicios, los robots franceses con forma humana NAO (imagen 10) son utilizados principalmente para el entretenimiento (Singh y Nandi, 2016). "JiaJia", un robot interactivo investigado y producido por China, puede lograr movimientos naturales de los ojos y consistencia entre la pronunciación y los cambios de forma de la boca (Se, 18 de abril de 2016). Incluso, está equipado con funciones como la comprensión de diálogos humano-máquina, expresiones microfaciales, correspondencia

IMAGEN 5  
PRUEBAS AL AIRE LIBRE DEL ROBOT CUADRÚPEDO DE BOSTON DYNAMICS



entre formas de la boca y acciones corporales, posicionamiento y navegación automáticos en una amplia gama de entornos dinámicos y servicios de nube (imagen 11).

Estrechamente vinculados a la vida de las personas, los robots de servicios han pasado de la era de la tecnología de la información a la era de la tecnología de los datos. Varios países han investigado distintos robots de servicios según sus respectivos niveles de desarrollo de la productividad. No obstante, con el desarrollo vertiginoso de los nuevos materiales, la microelectrónica y las tecnologías de fabricación, el reconocimiento inteligente, los macrodatos y las tecnologías de inteligencia artificial, así como las capacidades de percepción y reconocimiento, los robots gradualmente se tornan más parecidos a los humanos o a otras criaturas. En consecuencia, necesitamos resolver una serie de problemas, como el reconocimiento ambiental no estructurado y la planificación de la navegación, el autodiagnóstico y la autorreparación de fallas, la comprensión de las emociones humanas y del movimiento, la identificación y extracción de la semántica humana, la

memoria y la deducción inteligente, la interacción humano-máquina multimodal y el trabajo colaborativo entre múltiples robots.

### RECONOCIMIENTO DE VOZ

Los robots de servicios son dispositivos inteligentes que integran múltiples tecnologías y que son utilizados para proporcionar los servicios necesarios a los seres humanos en entornos no estructurados. Generalmente están involucrados en tareas como las de mantenimiento, reparación, transporte, limpieza, control de la seguridad, rescate y custodia. Las tecnologías clave que soportan el desarrollo industrializado y

2.000  
HOSPITALES  
ALREDEDOR DEL MUNDO  
YA UTILIZAN  
ROBOTS QUIRÚRGICOS

IMAGEN 4  
EXOESQUELETOS ROBÓTICOS





la popularización y aplicación de los robots de servicios incluyen muchos aspectos, entre ellos, el posicionamiento en tiempo real a bajo costo y la construcción de mapas (SLAM), la interpretación de imágenes, el reconocimiento de voz y de emociones con altos niveles de confiabilidad, mecanismos de decisión de alta seguridad para la interacción humano-máquina, la aplicación de nuevos materiales en estructuras blandas y piel humanas y la participación de tecnologías de aprendizaje y robots múltiples.

Por ejemplo, como muestra la imagen 12, la tecnología SLAM para los robots de servicios, de bajo costo y altamente confiable, puede llevar a cabo el movimiento de los robots desde una posición y un entorno desconocidos y posicionarlos automáticamente sobre la base de la estimación de la posición y de mapas durante el proceso de movimiento, construyendo al mismo tiempo mapas incrementales de acuerdo con el autoposicionamiento, de modo de lograr el posicionamiento y navegación automáticos de los robots (Chen *et al.*, 2012).

Como muestra la imagen 13, la tec-

nología de los robots altamente confiables de reconocimiento de voz y de interpretación de las emociones es un factor importante para la interacción natural y armoniosa entre los robots de servicios y los usuarios, ya que mejora la experiencia del usuario y potencia la utilidad de los robots (Murugappan, Nurul y Jerritta, 2012). Los puntos álgidos y difíciles en las investigaciones sobre robots de servicios se refieren a cómo estos perciben naturalmente y comprenden el entorno y las intenciones humanas y asumen características emotivas similares a las de los humanos, para finalmente concretar una interacción natural entre los robots y las personas.

Tal como refleja la imagen 14, la tecnología de estructuras blandas y piel humana para los robots de servicios utiliza nuevos materiales sintéticos para construir la estructura o la piel integrando la ecología, la protección medioambiental y la ingeniería de seguridad, con el fin de simular los modos de movimiento y las sensaciones táctiles de las criaturas y cambiar arbitrariamente de forma y tamaño, y para reparar y reemplazar los tejidos dérmicos dañados

IMAGEN 6  
VERSIÓN CHINA DEL BIGDOG



IMAGEN 7  
SALTAMONTES ROBÓTICO



IMAGEN 8  
MOSCA ROBÓTICA



en un amplio rango (Du, 2013). Dichos materiales les permiten a los robots obtener una estructura cercana a la humana y lograr "sensaciones" basadas en la inteligencia, incluso la sensación táctil de los dedos humanos.

### INTEGRACIÓN HOMBRE-MÁQUINA

En la futura sociedad inteligente, el robot de servicios de rehabilitación médica explorará la transformación de los modos de servicios de salud con tecnología ingenieril a fin de mejorar la calidad de vida y para ofrecer tecnología, sistemas y plataformas de última generación para la gestión de la salud, el tratamiento de las enfermedades y los procesos de rehabilitación. Asimismo, logrará personalización, costos reducidos, interconexiones e inteligencia de la vida humana. Las tecnologías clave que los robots de servicios de rehabilitación médica planean introducir contienen información fisiológica y sistemas macronano, minería de macrodatos de salud, registro e integración de imágenes médicas multimodales, biónica funcional

IMAGEN 9  
ROBOT JAPONÉS ASIMO



fisiológica y de movimientos corporales, comunicación en red temporizada, intercambio de seguridad remoto, dispositivos portables de interconexión hombre-máquina, eficacia de datos inteligentes sobre salud y tecnología para evaluar la usabilidad.

Esta tesis ofrecerá una breve introducción a la tecnología de robots médicos personalizados para intervenciones/implantes. Como muestra la imagen 15, esta máquina toma las señales fisiológicas del cuerpo, la información eléctrica del cerebro, la conducción nerviosa, los sentimientos y otra información biológica como canal para controlar los robots diseñados para que las personas mayores o discapacitadas puedan recuperar sus capacidades y aprovechar las tecnologías de mejoramiento (Haidegger *et al.*, 2012). De este modo, estos grupos de individuos podrán resolver las limitaciones que enfrentan. En síntesis, la máquina les permite a las personas controlar aleatoriamente los robots según sus propios deseos y entrar en el terreno de la integración hombre-máquina.

Otro ejemplo es la minería de ma-

IMAGEN 10  
ROBOT FRANCÉS NAO



crodatos de salud. Como muestra la imagen 16, esta tecnología observa y describe una serie de procesos y tecnologías relacionadas con las características sanitarias y las tendencias de cierto grupo de datos y puede lograr un monitoreo de precisión consistente y a largo plazo, así como el diagnóstico de enfermedades individuales (Davidson, Haim y Radin, 2015). Sobre la base de la ingeniería del sistema Giant, la internet de las cosas, la minería de datos y la medicina china tradicional, esta tecnología promueve el desarrollo rápido de una

IMAGEN 11  
ROBOT CHINO JIAJIA



nueva forma de tecnología de servicios médicos centrada en la observación y el conocimiento médico, que incluye las ciencias de la información de la medicina clínica, las ciencias de la medicina y la ingeniería chinas y las ciencias de la gestión de los servicios de salud. La tecnología de minería de macrodatos de salud logrará avanzar, en primer lugar, en el manejo de enfermedades crónicas y promoverá también un cambio de foco del modo de tratamiento médico centrado en la enfermedad a aquel centrado en la salud.

IMAGEN 12  
TECNOLOGÍA SLAM DE ROBOTS DE SERVICIOS



IMAGEN 13  
TECNOLOGÍA DE ROBOTS DE SERVICIOS DE RECONOCIMIENTO DE VOZ E INTERPRETACIÓN DE LAS EMOCIONES



A continuación, nuestra tesis avanza hacia el análisis de las tecnologías de dispositivos portables de realización e interconexión hombre-máquina. Como muestra la imagen 17, esta tecnología podría lograr un alto grado de correspondencia entre las características individuales del hombre y las características físicas y funcionales de las máquinas durante la interconexión hombre-máquina centrada en el hombre (Li

*et al.*, 2009). Tanto los elementos de percepción, reconocimiento, comportamiento, estructura fisiológica, biología y compatibilidad con el medioambiente del hombre como los elementos materiales, sensores, de decisión y de control del robot de servicios portable solo pueden desempeñar sus funciones dentro de cierto rango. Por consiguiente, el rendimiento de la interconexión de la interacción hombre-máquina define

IMAGEN 14  
TECNOLOGÍA DE PIEL ARTIFICIAL Y ESTRUCTURAS BLANDAS DEL ROBOT DE SERVICIOS

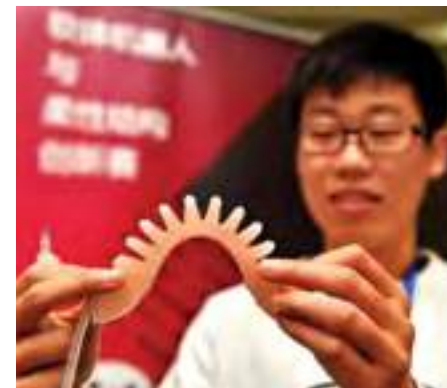


IMAGEN 15  
**TECNOLOGÍA DE ROBOTS MÉDICOS PERSONALIZADOS PARA IMPLANTES/INTERVENCIONES**



la usabilidad, efectividad y confort del robot de servicios portable. Las interconexiones hombre-máquina diversificadas son una de las tecnologías clave en las que el robot portable tiene que avanzar. En estas circunstancias, lograr una interacción natural entre el hombre y la máquina y promover los dispositivos de robots portables a gran escala se tornará cada vez más factible.

#### FLEXIBILIDAD Y ADAPTABILIDAD

La clave de la miniaturización del robot biónico reside en la miniaturización del sistema electromecánico, que puede integrar el motor, el dispositivo de engranaje, el sensor, el controlador y la fuente de alimentación en un chip de silicón para formar el sistema microelectromecánico. La similitud entre la forma del robot biónico y las criaturas simuladas también es objeto de investigación de la robótica biónica. En tareas de inspección militar y espionaje, la aplicación de un robot con forma idéntica a la de una criatura podría permitir la realización de dichas tareas de un modo secreto y seguro. Las tecnologías clave en las cuales el robot biónico debe avanzar significativamente comprenden la modelización



matemática, la optimización del control, la integración de la información, el diseño de la estructura, los microsensores y los microcontroladores.

El robot biónico está caracterizado por la alta flexibilidad y adaptabilidad de sus movimientos, normalmente con redundancia o hiperredundancia. Su estructura es compleja, y el modelo cinético y cinemático es muy diferente y mucho más complejo comparado con el del robot estándar. Por lo tanto, es uno de los problemas clave a la hora de estudiar la modelización y producir un mecanismo controlable. El diseño racional del mecanismo generalmente es la base para producir el robot biónico. La forma del organismo ha evolucionado a lo largo de miles de años. Estos organismos son estructuralmente racionales, y es casi imposible para una máquina imitar a un organismo. El mecanismo de articulaciones en todas las dimensiones y el mecanismo robótico de alta flexibilidad formado por articulaciones simples solo podrán desarrollarse cuando la estructura del cuerpo y las características cinéticas del organismo se hayan estudiado por completo y, una vez extraída su esencia, se la haya simplificado. Asimismo, es necesario que el robot esté equipado con

microsensors, ya que necesita percibir distintos objetos y un entorno desconocido. Por lo tanto, problemas como el efecto del tamaño, los materiales nuevos y las nuevas tecnologías deben tenerse en cuenta a la hora del diseño.

La tecnología del robot de servicios se ha estado desarrollando en la dirección de la tecnología y los sistemas de máquinas inteligentes. En términos de desarrollo de la disciplina, la robótica se integra con las teorías y la tecnología mecatrónica, la nanofabricación y la biofabricación para la innovación cruzada, y el desarrollo de las tecnologías en red, estandarizadas e inteligentes.

#### DIVERSIFICACIÓN DE DEMANDA

A partir del estudio del estado de las investigaciones de los robots de servicios en el país y en el exterior y del análisis de la tecnología clave, este artículo toma el futuro desarrollo y trayectoria del robot inteligente como un tema de referencia para ser examinado. Por ejemplo, la tecnología de inteligencia artificial orientada a las tareas se combinará para desarrollar un robot especial para alguna tarea específica; la tecnología de nube y la internet se aplicarán para conectar varios robots a una red de computadoras. El conoci-

miento del robot derivará de la terminal de la nube y esta llevará a cabo un control cooperativo eficaz sobre el robot a través de una red de trabajo. De esta manera, el robot también aprende de la nube. Por ende, tanto la interfaz optimizada e inteligente entre el ser humano y la máquina como las demandas de dicha interacción se volverán cada vez más simplificadas, diversificadas, inteligentes y humanizadas.

Las investigaciones y el diseño se centrarán en la comprensión de múltiples lenguajes y el lenguaje natural, el reconocimiento de imágenes y escritura manual, así como de información fisiológica y en otros tipos de interfaces hombre-máquina inteligentes. De este modo, podrá atender a las demandas de distintos usuarios y a diversas tareas de las aplicaciones y podrá mejorar la armonía entre el hombre y el robot; asimismo, múltiples robots podrán coordinarse, organizarse y controlarse para llevar a cabo tareas complejas que no puede desempeñar un solo robot.

En este entorno complejo y desconocido, se lograrán respuestas de razonamiento en tiempo real y toma de decisiones y funcionamiento de manera grupal e interactiva. El robot inteligente es el resultado de la fabricación de un equipo con capacidades de percepción, toma de decisiones y ejecutivas. Se

IMAGEN 16  
**TECNOLOGÍA DE MINERÍA DE MACRODATOS DE SALUD**



IMAGEN 17  
**MECANISMOS Y TECNOLOGÍA DE REALIZACIÓN DE LA INTERCONEXIÓN HOMBRE-MÁQUINA EN DISPOSITIVOS PORTABLES**





lo puede operar de manera flexible y se adapta a entornos cambiantes. Los dos factores que guiarán la tendencia irrefrenable a desarrollar robots a futuro serán la inteligencia artificial y la coexistencia armónica entre seres humanos y máquinas.

En definitiva, se han logrado desarrollos significativos en el campo de la tecnología de robots inteligentes, y esto ha cumplido una función indeleble en la mejora de los procesos de fabricación industrial, servicios públicos y

calidad de vida para los seres humanos.

No obstante, con la creciente diversificación de las demandas humanas y el surgimiento de nuevas tecnologías, los robots desempeñarán cada vez más funciones en la vida cotidiana de las personas en el futuro. Cómo mejorar la alta inteligencia de los robots, establecer relaciones hombre-máquina más estrechas y garantizar la seguridad para el usuario son los temas que requerirán soluciones urgentes. ☁

#### NOTA

<sup>1</sup>Sobre el tema, ver el caso de estudio específico sobre

cirugía robótica en este mismo número de *Integración & Comercio*.

#### BIBLIOGRAFÍA

**Boston Dynamics. 2016.** "BigDog - The Most Advanced Rough-Terrain Robot on Earth". Disponible en: [http://www.bostondynamics.com/robot\\_bigdog.html](http://www.bostondynamics.com/robot_bigdog.html).

**Chen, Y. C., Shih, B. Y., Shih, C. H. et al. 2012.** "The development of autonomous low-cost biped mobile surveillance robot by intelligent bricks". *Journal of Vibration and Control*. 18 (5): 577-586.

**Davidson, M. W., Haim, D. A. y Radin, J. M. 2015.** "Using Networks to Combine 'Big Data' and Traditional Surveillance to Improve Influenza Predictions". *Scientific Reports*. 5: 8154.

**DDN.** "Raytheon Second Gen Military Exoskeleton: Lighter, Faster, Stronger". Defense Daily, **1 de octubre, 2010**.

**Du, Y. 2013.** *Study on deformable software robot with multiple motion modes*. University of Science and Technology of China. (En chino).

**Guo, L., Xu, X. y Wang, Y. 2013.** "Robot technique and application analysis of home care robot products". 3: 37-39. (En chino).

**Haidegger, T., Kovács, L., Precup, R. E. et al. 2012.** "Simulation and control for telerobots in space medicine". *Acta Astronautica*. 81 (1): 390-402.

**Hill, D. y Herr, H. 2013.** "Effects of a powered ankle-foot prosthesis on kinetic loading of the contralateral limb: A case series". *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*. 1-6.

**IFR. 2016.** *World Robotics 2016 Service Robots*. IFR Statistical Department.

**Li, G., Zheng, Y., Wu, X. et al. 2015.** "State of the Art of Medical and Rehabilitation Robotics and Their Perspective". *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*. 30 (6): 793-802. (En chino).

**Li, M., Zhang, M., Zhang, J. et al. 2015.** "Review on key technology of the hexapod robot". *Mechanical design*. 10: 1-8. (En chino).

**Li, Q., Du, Z., Sun, L. et al. 2009.** "Exoskeletal rehabilitation robot for upper limbs auxiliary control". *Journal of Harbin Engineering University*. 2: 166-170. (En chino).

**Lv, L. 2013.** *Research on localization method based on home service robot*. Jilin University. (En chino).

**Murugappan, M., Nurul, B. N. Q. y Jerritta, S. 2012.** "DWT and MFCC based Human Emotional Speech Classification Using LDA". En: *2012 International Conference on Biomedical Engineering (ICoBE)*. Nueva Jersey: IEEE.

**Red China de Fabricación Inteligente.** "China's independent research and development of exoskeleton robot is expected to achieve product". **29 de febrero, 2016**. Disponible (en chino) en: [www.gkzhan.com/news/detail/84680.html](http://www.gkzhan.com/news/detail/84680.html).

**Ren, F. J. y Sun, X. 2015.** "Present situation and development of intelligent robots". *Science and Technology Review*. 33 (21): 32-38. (En chino).

**Se, Y.** "China's first interactive robot comes out" [中国首台交互机器人问世 美女机器人“佳佳”成为新女神]. China Daily. **18 de abril, 2016**. Disponible (en chino) en: <http://yingyu.xdf.cn/yd/tech/201604/10472152.html>.

**Se, Y. K., Han, D. K. y Seon, H. K. 2015.** "Emerging role of the robot in rectal cancer surgery". *ANZ Journal of Surgery*. 85 (4): 205-206.

**Singh, A. K. y Nandi, G. C. 2016.** "NAO humanoid robot: Analysis of calibration techniques for robot sketch drawing". *Robotics and Autonomous Systems*. 79: 108-121.

**Tao, Y. 2015.** "Make innovation in service robots, help china's future smart social development". *Science and Technology Review*. 23: 58-65. (En chino).

**Wang, G., Chen, D., Chen, K. et al. 2015.** "Research status and development trend of biomimetic robot". *Journal of mechanical engineering*. 51(13). (En chino)

**Wang, L. y Zhou, H. 2007.** "Research status and development direction of bionic robot". *Journal of Shanghai Normal University*. 36 (6): 58-62. (En chino).

**Wang, T., Tao, Y. y Chen, Y. 2012.** "Research status and development trends of the service robotic technology [J]". *SCIENCE CHINA Information Sciences*. 42 (9):1049-1066. (En chino).

**Wen, X., Cai, L., Tu, C. et al. 2016.** "Application of Da Vinci Robotic Surgical System in Gynecological Tumor Surgery". *Journal of Nanchang University (Medical Sciences)*. 6: 60-62. (En chino).

**Xu, F., Zhang, X. y Du, Z. 2009.** "China Home Service Robot Industry Development Research Report". *Robot technique and application*. 2: 14-19. (En chino).

**Xu, G., Yin, Y. y Zhou, M. 2007.** "Current Situation and Prospect of Intelligent Mobile Robot Technology". *Robot technique and application*. 2: 29-34. (En chino).

**Yang, Z., Gui, L., Zhang, J. et al. 2012.** "Research status and development trend of energy assisted exoskeleton". *Journal of Shandong University of Science and Technology (NATURAL SCIENCE EDITION)*. 5: 41-49. (En chino).

## LO ÚLTIMO SOBRE INTEGRACIÓN REGIONAL EN AMÉRICA LATINA Y EL MUNDO

EL INTAL-LIB ES EL NEXO IDEAL ENTRE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DISPONIBLE EN LA WEB Y EL USUARIO.

IDENTIFICA, RECOPILA, ORGANIZA Y DISEMINA PUBLICACIONES SOBRE ECONOMÍA, COMERCIO E INTEGRACIÓN, Y LAS OFRECE SEGÚN NECESIDADES INDIVIDUALES CON ATENCIÓN PERSONALIZADA.

- MÁS DE 20.000 VISITAS AL AÑO.
- CATÁLOGO EN LÍNEA CON MÁS DE 30.000 DOCUMENTOS.
- INTERACCIÓN CON 600 INSTITUCIONES GLOBALES ESPECIALIZADAS EN INTEGRACIÓN.
- LIBRE ACCESO A CONTENIDO Y TEXTO COMPLETO.
- ALERTA BIBLIOGRÁFICO CON EL ESTADO Y LOS AVANCES EN LOS PROCESOS DE INTEGRACIÓN.
- ESPACIO PARA CONSULTA EN SALA DE DOCUMENTOS ESPECIALES.
- PRÉSTAMOS INTERBIBLIOTECARIOS.
- ARCHIVO DE PUBLICACIONES INTAL: CONEXIÓN INTAL, INFORME MERCOSUR, NOTAS TÉCNICAS Y REVISTA INTEGRACIÓN Y COMERCIO.



HORARIOS DE ATENCIÓN: LUNES A VIERNES DE 13 A 17 HS.  
CONTACTO: [CDIINTAL@IADB.ORG](mailto:CDIINTAL@IADB.ORG) (5411) 4323-2357/58

# LA ROBOTIZACIÓN EN LA PROVINCIA DE ZHEJIANG

## UNA APUESTA AL DESARROLLO

JINYU WU Y SHUXI YIN

ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY Y HEFEI INDUSTRY UNIVERSITY

En 2013, la provincia de Zhejiang en China propuso formalmente el plan 555: cada año, durante los siguientes cinco años, se invertirían 500.000 millones de yuanes para implementar 5.000 proyectos de robotización. Los últimos diez años, una forma de aprovechar las oportunidades de la revolución tecnológica ha sido utilizar nuevas tecnologías para escapar a la crisis financiera mundial, lograr la reindustrialización y la integración profunda de la informatización y la industrialización.

El gobierno decidió que en 2014 se iniciara la zona del proyecto piloto. En 2015, en la conferencia sobre el desarrollo de la zona, Qiang Li, uno de los líderes de Zhejiang, propuso que la fabricación inteligente fuera el centro del programa "Hecho en Zhejiang". Gracias a las oportunidades que ofrece la zona, Zhejiang fomenta la fabricación inteligente, utiliza "internet+industria" como nuevo medio de producción y refuerza la dinámica del desarrollo.

Según el plan de acción, Zhejiang se centrará en cuatro proyectos de fabricación inteligente: de innovación, de promoción, piloto y de apoyo; y procurará concretar cuatro tareas: promover productos y equipos inteligentes, impulsar la reconstrucción, desarrollar proyectos piloto y mejorar el sistema de apoyo.

Promover la fabricación inteligente es la medida más ambiciosa que se proponen. Esta provincia lleva adelante 100 proyectos piloto de robotización, asigna tareas concretas a todas sus ciudades e incluye los resultados en las evaluaciones del gobierno en todos sus niveles. También desarrolla proyectos piloto de promoción en industrias clave, cuenta con 22 grupos de expertos a nivel provincial, organiza conferencias *in situ* sobre robotización, promueve las experiencias exitosas y potencia la concienciación de los niveles gerenciales corporativos y su entusiasmo por la robotización (Shenglan, 2016).

En 2016, el Ministerio de Agricultura

# 52

ROBOTS POR CADA 10.000 TRABAJADORES INDUSTRIALES HAY EN LA REGIÓN, 44% MÁS QUE EL PROMEDIO NACIONAL

de China designó formalmente a Zhejiang como la provincia del proyecto piloto de robotización agrícola.<sup>1</sup> Desde 2013, los robots reemplazaron alrededor de dos millones de trabajadores en Zhejiang.

Los crecientes niveles salariales socavaron las ganancias, ya bajas, para las empresas manufactureras. Según una encuesta sobre robotización realizada en 2013, el 75,7% de las empresas señalaron "altos costos laborales" como la principal motivación detrás de la robotización. Según las estadísticas, los últimos años los costos laborales en el sector manufacturero de Zhejiang se incrementaron y alcanzaron los US\$ 10.000 por trabajador. Entre 2005 y 2013, la compensación anual de un trabajador en cualquier corporación industrial grande de la provincia creció un 15,8% por año, una de las tasas de crecimiento más altas de China. Si esta tasa se mantiene, el costo laboral por trabajador alcanzará los 74.391 yuanes en 2016. Sin automatización, el sector manufacturero seguramente abandonará la provincia.

En primer lugar, la robotización ayuda a reemplazar el trabajo poco calificado. En 2014, más de 1.500 empresas de la ciudad de Jiaying recortaron 120.000 puestos de trabajo por robotización.<sup>2</sup> Zhejiang Jiaxipera Compressor Company, la empresa del proyecto piloto, ha utilizado la robotización en sus nuevas

líneas de fabricación de compresores para refrigeradores, lo cual implicó una reducción de trabajadores en la línea de producción de 580 a 280, un recorte superior al 50%.<sup>3</sup> La provincia redujo los puestos de trabajo en 0,7 millones en 2013 y 0,67 millones en 2014. En 2015, redujo los trabajos de baja calificación en 0,57 millones, es decir, un 7,5%.<sup>4</sup> La empresa Yonggao, de Zhejiang, utiliza 187 máquinas de moldeo por inyección totalmente automáticas, que necesitan ser monitoreadas por cinco trabajadores. Antes, cada máquina requería, al menos, un trabajador. En tres turnos por día, estas máquinas necesitaban más de 500 trabajadores. Después de la robotización, la empresa redujo su fuerza de trabajo un 75% y recortó los costos laborales en 25 millones de yuanes. En 2015, con 80 trabajadores, logró un producto de 800 millones de yuanes.<sup>5</sup>

En segundo lugar, a través de la robotización, las empresas potencian la productividad y la calidad de los productos y, por tanto, reducen problemas relacionados con escasez de mano de obra y rotación de personal, lo cual refuerza la estabilidad de la fuerza de trabajo. Antes, la empresa Jiaxipera Compressor necesitaba que seis empleados trabajaran juntos para operar una de sus seis máquinas. Gracias a la robotización, ahora cada máquina necesita dos trabajadores, y la productividad creció un 50%.<sup>6</sup>

# 75%

## ES LA REDUCCIÓN DE PERSONAL EN DIVERSAS EMPRESAS CHINAS ROBOTIZADAS

En tercer lugar, la robotización impulsa la transformación industrial y la modernización, mejora la productividad e incrementa las compensaciones y los salarios de los empleados. Entre los años 2000 y 2010, las empresas de Zhejiang enfrentaron escasez de mano de obra y el salario promedio de los empleados pasó de 9.853 a 29.515 yuanes, lo que implicó un incremento anual del 11,6%. En 2012, el salario promedio aumentó a 40.270 yuanes, lo que implicó un incremento anual del 16,8% entre 2010 y 2012, es decir, 5,2% más que entre 2000 y 2010 (Bin, 2013).

En cuarto lugar, la robotización ayuda a algunas empresas a hacer frente a la escasez de mano de obra. Según el Informe de la Encuesta sobre Gestión Laboral de la Línea de Producción, de China International Intellectech Corporation, desde 2009, la escasez de trabajo afecta al delta del río Yangtze y al del río de las Perlas, que albergan conglomerados de firmas manufactureras.<sup>8</sup> Las dificultades relacionadas con la contratación de personal y el uso del suelo, el alto consumo energético y los niveles bajos de producto por unidad de tierra siempre han representado un cuello de botella para las industrias tradicionales de la ciudad de Ruian, en Zhejiang.

En quinto lugar, hay serios conflictos con la estructura del empleo. La transformación industrial, la modernización y la robotización han ahorrado muchísima mano de obra y reducido la dependencia de la economía de Zhejiang de los trabajadores migrantes poco calificados.

En sexto lugar, el desempleo friccional y estructural también se han tornado graves. La tasa de desempleo en Zhejiang se había mantenido estable en un 3%. Desde 2013, aumentó bruscamente. Además de la desaceleración económica, el principal motivo es el impacto de los fenómenos de transformación corporativa, modernización y robotización. En definitiva, desde una perspectiva de largo plazo, la robotización entraña más ventajas que desventajas, tanto para Zhejiang como para China.<sup>7</sup>

En 2016, la Comisión de Reforma y Desarrollo del Ministerio de Industria e Informatización de China y el Ministerio de Finanzas promulgaron, en conjunto, el Plan de desarrollo de la industria robótica (2016-2020), que propone que durante los siguientes cinco años la industria robótica china debe lograr adelantos en componentes clave y productos de alta gama e incrementos significativos en cuanto a la calidad, participación en el mercado y competitividad de las empresas líderes.

En Zhejiang, el proceso objeto de este estudio se produce a través de la robotización de algunos procedimientos, la reconstrucción y automatización de toda la línea de producción, la línea de producción automatizada más robots industriales y los equipos conectados a internet. La internet industrial de

las cosas es la dirección en la que apunta la futura transformación y modernización industrial de la provincia (Jiani, 2016). Además, Zhejiang ha desarrollado parques industriales, como el de robótica de Xiaoshan, el de fabricación inteligente de Lishui, el de robótica de Dajiangdong y varias ciudades pequeñas con fábricas inteligentes.

De acuerdo con lo planeado, 36.000 empresas grandes tendrán que esforzarse para completar la reconstrucción técnica moderna de la robotización antes de fines de 2017 e invertir, al menos, 300.000 millones de yuanes por año. Según las estadísticas, en 2015, la provincia tenía más de 30.000 robots en funcionamiento; estos dan cuenta del 15% del total nacional y la ponen en el primer lugar del ranking en China.

Según una encuesta realizada por la Comisión de Desarrollo y Reforma de la Provincia de Zhejiang, hay 52 robots cada 10.000 personas en el sector manufacturero de Zhejiang, más que el

promedio nacional, con 36, pero menos que los 66 robots cada 10.000 personas a nivel mundial, y mucho menos que los 200 robots cada 10.000 personas de las economías industriales avanzadas.

La industria robótica de la provincia también enfrenta numerosos problemas: debe incrementar las tecnologías clave, carece de técnicos calificados, está altamente dispersa y la relación precio-calidad es baja. Si bien enfrenta obstáculos, Zhejiang es optimista en lo que respecta a su desarrollo. Las empresas existentes del sector muestran que hay tres caminos posibles para el desarrollo industrial: el integrado verticalmente, desde la fabricación de equipos hasta las aplicaciones integradas y la fabricación de robots o de componentes clave; el del mercado, desde las actividades de I+D hasta la comercialización; y la expansión del desarrollo de los robots industriales a los robots de servicios (Zhejiang Province Reform and Development Commission, 2016). ☁

### NOTAS

- <sup>1</sup>“浙江省获批创建全国农业‘机器人’示范省”, <http://www.gov.cn> (consultado: mayo de 2017).
- <sup>2</sup>“嘉兴‘机器人’遍地开花 一年替换12万员工”, <http://finance.cnr.cn> (consultado: mayo de 2017).
- <sup>3</sup>“浙江传统制造业纷纷转向‘机器人’”, <http://finance.people.com.cn> (consultado: mayo de 2017).
- <sup>4</sup>“拥有全国15%工业机器人 浙江‘机器人’走在全国前列”, <http://smartzj.zjol.com.cn> (consultado: mayo de 2017).

### BIBLIOGRAFÍA

- Bin, L. 2013.** “Robotization Fosters the Transformation of Zhejiang Province’s Employment Structure”. *Statistical Science and Practice*. 9.
- Jianhua, Y. 2017.** *2017 Zhejiang Province Development Report*. Hangzhou: Zhejiang People’s Press.
- Jiani, X. 2016.** “Plan of Zhejiang Province’s Robot Industry”. *Zhejiang Merchants*. 15.
- Runling, Q. 2014.** “Robotization: Silent Reform”. *China Investment*. 17.

- <sup>5</sup>“这家浙企靠‘机器人’ 80个工人年产值8亿元”, <http://biz.zjol.com.cn> (consultado: mayo de 2017).
- <sup>6</sup>“促进供需交流 嘉兴组织企业探访‘机器人’ 嘉兴模式”, <http://zjnews.zjol.com.cn> (consultado: mayo de 2017).
- <sup>7</sup>“机器人‘大潮’之下 那些普通工人在想什么?”, <http://tech.163.com> (consultado: mayo de 2017).
- <sup>8</sup>“‘机器人’有助缓解服务业‘招工难’ (图)”, <http://news.163.com> (consultado: mayo de 2017).

- Shenglan, J. 2016.** “Exploration and Practice of Zhejiang Province’s Promotion of Intelligent Manufacturing”. *Research on Development and Planning*. 1.
- Zhejiang Province Corporate Informatization Promotion Society. 2014.** *2014 Zhejiang Province Report on the Integration of Informatization and Industrialization*.
- Zhejiang Province Reform and Development Commission. 2016.** “Survey of Zhejiang Province’s Robot Industry”. *Zhejiang Economy*. 16.

“

Tenemos  
que **enseñar**  
a los jóvenes  
a **pensar** por  
**sí mismos**

”

**MANUEL BLUM**

Premio Turing y profesor de la  
Universidad Carnegie Mellon

EL PREMIO TURING ES CONSIDERADO EL NOBEL EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN. EN TODA SU HISTORIA SOLO LO GANÓ UN LATINOAMERICANO, EL VENEZOLANO MANUEL BLUM, EN 1995, POR SU APORTE A LA COMPLEJIDAD COMPUTACIONAL Y A LA CRIPTOGRAFÍA. EN ESTA ENTREVISTA, BLUM DESTACA EL ROL DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE Y LA NECESIDAD DE INCENTIVAR LA CAPACIDAD DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA JUVENTUD. TAMBIÉN PREDICE QUE MUCHOS TRABAJOS, INCLUIDO SU PROPIO EMPLEO COMO PROFESOR DE MATEMÁTICA, DESAPARECERÁN EN EL FUTURO.

### ¿Cuáles son los principales desafíos que plantea la enseñanza de las nuevas generaciones?

Hay un problema que tengo que afrontar y que sigue apareciendo: por un lado, es muy importante que los estudiantes aprendan a usar los motores de búsqueda (como Google y Baidu) para obtener información (y, mientras los usan, aprender a distinguir cuál información es confiable y cuál no lo es). Yo aliento a que usen los motores de búsqueda. Por otro lado, también deben aprender a pensar por sí mismos. Por eso, en algunos deberes, pido que resuelvan los problemas ellos mismos. ¿Y si reciben ayuda externa, eso es fraude? Les digo a los estudiantes que mientras a veces pido que resuelvan los problemas sin ayuda adicional, nunca restaré puntos por dirigirse a otras fuentes (como la web, sus amigos, libros, su propia cabeza), en tanto las citen. Les digo que eso se llama una "buena beca". Lo único que conside-

ro fraude es que no citen sus fuentes. En el caso de que ellos mismos sean la fuente (las ideas vienen de sus propias cabezas), deben darse crédito a sí mismos. Recuerdo haber dado de tarea un problema difícil. Los estudiantes que lo resolvieron señalaron al mismo estudiante en particular como la fuente de la respuesta. Lo interesante es que mientras el estudiante que ellos señalaban tenía una respuesta correcta, todos los otros tenían errores. De alguna manera, los estudiantes reconocieron que era una respuesta correcta, pero no vieron todas las sutilezas que la hicieron correcta.

### ¿Cree que la tecnología puede ser un facilitador para mejorar la educación?

Absolutamente, la tecnología puede ayudar mucho a la educación. Puede utilizar Duolingo para aprender idiomas, WolframAlpha para resolver problemas matemáticos, hojas de cálculo para almacenar y analizar datos... y así sucesivamente. Hoy en día, la computadora es muy utilizada. Pero necesita ser usada aún más y en cada campo imaginable. Biólogos, químicos, astrónomos e ingenieros, ya están todos alfabetizados en computación.

### ¿En qué disciplinas emergentes se producirán cambios radicales?

Aprendizaje automático y robótica es donde está la acción. Hay muchas



NACIDO EN CARACAS, VENEZUELA, MANUEL BLUM ES PROFESOR DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN EN LA UNIVERSIDAD CARNEGIE MELLON. BAJO LA SUPERVISIÓN DE MARVIN MINSKY, EN 1964 OBTUVO SU DOCTORADO EN MATEMÁTICA EN EL MIT, DONDE TAMBIÉN ENSEÑÓ. ES MIEMBRO DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE ESTADOS UNIDOS Y DE LA ACADEMIA ESTADOUNIDENSE DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS, ENTRE OTRAS INSTITUCIONES. TAMBIÉN ESCRIBE POESÍA. ALGUNAS DE SUS PRINCIPALES PUBLICACIONES SON:

"A MACHINE-INDEPENDENT THEORY OF THE COMPLEXITY OF RECURSIVE FUNCTIONS". *JOURNAL OF THE ACM*. 14 (2): 322-336. 1967.

"TIME BOUNDS FOR SELECTION". *JOURNAL OF COMPUTER AND SYSTEM SCIENCES*. 7 (4): 448-461. 1973.

"TOWARD A MATHEMATICAL THEORY OF INDUCTIVE INFERENCE". *INFORMATION AND CONTROL*. 28 (2): 125-155. 1975.

"HOW TO GENERATE CRYPTOGRAPHICALLY STRONG SEQUENCES OF PSEUDORANDOM BITS". *SIAM JOURNAL ON COMPUTING*. 13 (4): 850-864. 1984.

"A SIMPLE UNPREDICTABLE PSEUDO-RANDOM NUMBER GENERATOR". *SIAM JOURNAL ON COMPUTING*. 15 (2): 364-383. CON L. BLUM Y M. SHUB. 1986.

"CAPTCHA: USING HARD AL PROBLEMS FOR SECURITY". *PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE THEORY AND APPLICATIONS OF CRYPTOGRAPHIC TECHNIQUES*. CON L. VON AHN, N. HOPPER Y J. LANGFORD. 2003.

áreas importantes, como traducción de idiomas, la interfaz entre hombre y computadora, y demás. Pero, en 2017, el aprendizaje automático y la robótica son especialmente importantes.

### ¿Considera que el uso de robots es una amenaza para el empleo?

Los trabajadores ya están en peligro. No es nada nuevo. Mi padre era relojero. Para su examen de maestría, tuvo que diseñar un reloj y construirlo -incluyendo sus engranajes- desde cero. Podía hacer eso. Lo que él nunca podría hacer es aceptar el hecho de que hoy, cuando un reloj se rompe, la gente puede tirarlo y comprar uno nuevo. Soy profesor de ciencias de la computación y matemáticas; tengo mucha educación. Pero, francamente, si nosotros los matemáticos y los informáticos hacemos bien nuestros trabajos de enseñanza e investigación, mi trabajo actual también desaparecerá. Ningún trabajo es sagrado. Algunas personas creen que las computadoras nunca podrán resolver y probar teoremas difíciles e interesantes. Estoy absolutamen-

te en desacuerdo. Si mi trabajo aún no ha sido subcontratado, es solo una cuestión de tiempo.

### ¿Qué habilidades y destrezas demandará la tecnología?

La capacidad de escribir con claridad, de pensar con claridad, de pensar matemáticamente y, por supuesto, de programar. Deben ser capaces de codificar en lenguajes como Python, C, C++ y Java; tendrán que saber escoger el lenguaje de programación más adecuado para cada problema, saber cuál es el que se necesita, cuándo se lo necesita y ser lo suficientemente ágiles para aprender nuevos lenguajes.

### ¿Cuáles son los sectores económicos que más se han beneficiado de la automatización?

Yo preguntaría: ¿qué sectores no se han beneficiado? Tantos, que sería difícil enumerarlos todos. Si un sector no se ha beneficiado, entonces tiene una oportunidad de mejorar enormemente, como cuando un joven encuentra una forma de usar computadoras. ☁

"MI PADRE ERA RELOJERO Y HACÍA LOS ENGRANAJES A MANO. NINGÚN TRABAJO ES SAGRADO"



ANÁLISIS

Ariel Coremberg  
Beatriz Nofal  
Universidad de Buenos Aires

# Una cuenta satélite para medir la nueva economía



.....  
Si el conocimiento puede crear problemas,  
no es a través de la ignorancia que  
los podemos resolver.

.....  
Isaac Asimov  
.....



LA GENERACIÓN DE UN MARCO METODOLÓGICO, RIGUROSO EN LA VERIFICACIÓN EMPÍRICA, RESULTA FUNDAMENTAL A LA HORA DE ANALIZAR LOS POSIBLES EFECTOS QUE PUEDA TENER LA INNOVACIÓN SOBRE EL EMPLEO, EL COMERCIO DE UN PAÍS Y EN LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR. PARA ELLO, SE PROPONE EL ENCUADRAMIENTO METODOLÓGICO RIGUROSO DENTRO DEL MARCO DEL SISTEMA DE CUENTAS NACIONALES DE LA ONU QUE PERMITA UNA COMPARACIÓN SECTORIAL E INTERTEMPORAL CONSISTENTE CON LA MISMA METODOLOGÍA DEL PIB.

Para determinar el impacto de la innovación en la economía, la discusión debe distinguir “lo que debe medirse” de “cómo debería medirse” análogamente al planteo de Hulten (2004) sobre cómo medir el capital, así como evitar la “medición sin teoría” como planteaba el premio Nobel Tjalling Koopmans 1970.<sup>1</sup>

La innovación ha sido identificada comúnmente como una actividad *input* base o por los resultados (*outcome*) que ella genera. La inversión en investigación y desarrollo (I+D), sea de productos o procesos, es la más común de las medidas desde el lado de los insumos, así como las patentes es la más común desde el punto de vista del resultado final que genera. Sin embargo, esta visión resulta acotada a la identificación estricta de aquellos gastos o inversiones directamente relacionados con la innovación, pero no permite identificar las fuentes, transmisión, adaptación y difusión de esos resultados tanto a nivel micro como meso y macroeconómico.

La tradicional clasificación que tipifica innovaciones de productos finales, insumos y procesos tampoco da cuenta del impacto que pueda tener la innovación en el sector productivo o en el bienestar. Para que las innovaciones adquiridas o generadas tengan efecto esperado en términos de productividad, es necesario que las empresas reorganicen su proceso productivo; surge la necesidad de identificar las innovaciones organizativas. Asimismo, la reorganización del

proceso productivo implica una serie de gastos e inversiones complementarias para que las innovaciones tengan efecto, como analizan Brynjolfsson y MacAfee (2011). Por último, tomando en cuenta el modo de funcionamiento actual del comercio internacional, las innovaciones tendrán diferentes impactos según el tipo de inserción que tenga la empresa o sector en las cadenas globales de valor.

Si aceptamos que el fin último de la innovación es el incremento del conocimiento de la sociedad, lo que hay que definir es cuál es el valor del conocimiento en tanto valor económico y, más específicamente, cómo su utilización genera más producción, más productividad y, en definitiva, más conocimiento. Por lo tanto, surge el desafío de identificar y medir el conocimiento utilizado y generado en el proceso productivo, es decir, el capital conocimiento.

De la revisión de la literatura empírica surgen un conjunto de metodologías que intentan medir la actividad de innovación y sus resultados: indicadores compuestos, indicadores de intensidad tecnológica, metodologías prospectivas, cuentas satélite y contabilidad del conocimiento.<sup>2</sup>

## INDICADORES COMPUESTOS

Un conjunto de indicadores simples más detallado respecto de otros fenómenos que afectan el desempeño

de la innovación a nivel de las naciones es el Índice Mundial de Innovación (GII, por sus siglas en inglés) realizado por la Universidad Cornell, la INSEAD, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), y el equipo de Research central en asociación con el sector privado, representados por la Confederación India de la Industria y las empresas A.T. Kearney y DU Emirates Telecommunications.

El GII es un conjunto de indicadores que permiten evaluar el desempeño de la innovación a nivel de los sistemas nacionales y su comparabilidad internacional. El GII de un país es un indicador compuesto de un conjunto de más de 80 indicadores, agrupados a su vez en distintos subagregados o pilares que representan diversas dimensiones de la innovación representativas de los *outputs* de la innovación, resultados creativos de la innovación, resultados de la innovación tecnológicos y de conocimiento; y desde el punto de vista de los *inputs*, instituciones, sofisticación de los negocios, sofisticación de los mercados, infraestructura, capital humano e I+D. Cada una de estas dimensiones se incorpora autoponderando los indicadores elementales. Por ejemplo, en el caso de sofisticación de los mercados se incluyen indicadores más diversos cuantitativos y cualitativos, que van desde la participación del crédito al sector privado en el PIB al grado de protección de inversionistas minoritarios mediante indicadores de distancia a la frontera basados en indicadores cualitativos de gobernanza.

El gráfico 1 presenta la distancia entre la región y el mundo desarrollado en diferentes dimensiones.

América Latina presenta importantes brechas con respecto al mundo desarrollado en todas las dimensiones. La distancia con respecto a la frontera es especialmente notable en el *core* del

10%  
DEL PIB PUEDEN  
REPRESENTAR LOS  
ACTIVOS INTANGIBLES

sistema de innovación: tanto en la generación de *outputs* de la innovación y conocimiento (patentes, ISO 9001, artículos científicos, etcétera) como en los indicadores asociados a los insumos (inversión, gasto en I+D, etcétera). La brecha resulta algo menor en los *outputs* creativos, debido especialmente a la producción destacada de la región en productos culturales. Brasil, Chile, México y Uruguay se destacan como países que presentan indicadores por encima de la media de la región. Argentina resulta un caso notable, ya que presenta dimensiones “latinoamericanas” de su sistema nacional de innovación, excepto para el caso de infraestructura y sobre todo de la dimensión de capital humano e investigación.<sup>3</sup>

Sin embargo, el GII, como todo indicador compuesto, equipondera los componentes sin criterio metodológico y, por lo tanto, no permite determinar rigurosamente la contribución de cada uno de los indicadores propuestos a la generación de empleo, el crecimiento y la productividad ni compararlos con los agregados macroeconómicos y sectoriales. Por ejemplo, el GII no permite determinar cuál es la contribución de los *inputs* de la innovación: empleo calificado, I+D, uso de TIC a la generación de productividad a nivel macroeconómico y mesosectorial. Desde el punto de vista de los resultados de la innovación, si bien contabiliza la cantidad de patentes como un ejemplo, no es el único *output* de la innovación ni se lo compatibiliza con la métrica de la productividad.

### INDICADORES DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA

Los enfoques tradicionales, propuestos por la OCDE (2013a) y Eurostat (2013), clasifican las actividades productivas en desagregaciones según su intensidad tecnológica vía proporción del gasto en I+D en el valor de producción o valor agregado o el empleo de trabajo altamente cualificado.

La OCDE se propuso clasificar los flujos de comercio entre países para determinar la relación entre crecimiento, globalización e innovación. Para ello, armó una clasificación de actividades industriales según su grado de intensidad tecnológica, dividiendo los diferentes sectores manufactureros en alta, media-alta, media-baja y baja intensidad tecnológica. La intensidad tecnológica se define en términos relativos según el esfuerzo de I+D aplicado en cada uno de los sectores o ramas manufactureras.<sup>4</sup> Los rangos establecidos para diferenciar la intensidad tec-

nológica de las industrias fueron los siguientes: aquellas ramas que invierten más del 5,5% de su facturación en actividades de I+D son consideradas de alta tecnología; entre 5,5 y 1,5%, de media-alta; entre 1,5 y 0,5%, de media-baja, y aquellas que invierten menos del 0,5% de su facturación son vistas como industrias de baja intensidad tecnológica.

No obstante, la OCDE posteriormente lideró el diseño y estandarización de la medición de las actividades de I+D e innovación internacionalmente. Los primeros antecedentes de medición de los insumos de los procesos innovativos pueden encontrarse en el Manual de Frascati, y posteriormente también en el llamado Manual de Oslo y el Manual de Bogotá, que permite abordar la innovación como un proceso complejo que genera cambios en la organización productiva, el funcionamiento en red, la adaptación de innovaciones, además de nuevos productos y procesos.

### CUENTA SATÉLITE DE LA INNOVACIÓN

El enfoque SCN permite la adaptación conceptual y metodológica a un fenómeno como la innovación, cuya definición y medición exige un corte transversal por productos y actividades no necesariamente compatible con el sistema de clasificación tradicional del PIB, cuestión que se presenta mediante las llamadas “cuentas satélite” (CS). Asimismo, a fines de medir el posible impacto potencial de la innovación sobre la economía de un país, por lo general se procede a simular los llamados “efectos indirectos e inducidos” a través de los eslabonamientos productivos.

Las clasificaciones habituales de productos e industrias (CPC y CIU) disponen todas las industrias y productos con el mismo nivel de jerarquía. El SCN es lo suficientemente flexible como para reagruparlos en función del análisis de un sector clave. De esta manera, los habituales cuadros de oferta y utilización se pueden estimar para el sector clave que se pretende medir ampliando detalles del mismo que en la presentación estándar no aparecen. Este análisis está contenido en las CS, que implican un reagrupamiento de actividades y productos en función de un interés que por lo general atraviesa varias actividades o porciones de las mismas.

Los ejemplos a nivel internacional más difundidos y realizados han sido la CS de turismo y la de salud. Un ejemplo de CS reciente para el caso argentino han sido los trabajos sobre las industrias de propiedad intelectual (Massot, Prieto y Wierny, 2013) y sobre la economía del fútbol (Coremberg, Sanguinetti y Wierny, 2016). Estas experiencias han desarrollado con detalle el punto de vista de la oferta incorporando las actividades productivas asociadas, conexas y generadas a la actividad principal,

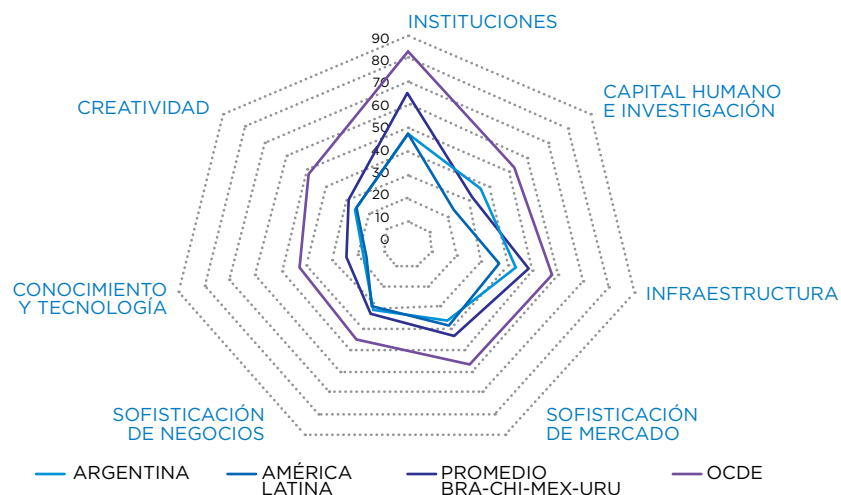
**50%**  
DE LA FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL EN EUROPA OBEDECE A ESTOS BIENES

aunque sin generar el cálculo completo por el lado de la demanda, mediante la incorporación no solo de los flujos de comercio exterior, sino también el consumo y la inversión.

Las CS del conocimiento han sido poco desarrolladas, aunque cabe destacar el trabajo realizado por las cuentas nacionales oficiales como el CBS de Holanda y por el Bureau of Economic Analysis (BEA) de Estados Unidos. Cabe destacar que, en el caso del BEA, siguiendo las recomendaciones del SNA08, ha incorporado como inversión desde el año 2013 la I+D y los gastos en intangibles de propiedad intelectual, tales como la creación de originales de obras artísticas, recreativas y literarias, junto a otros intangibles ya capitalizados, como el *software*, ajustando las estimaciones de PIB, ahorro, inversión e inversión extranjera directa. La OCDE también ha creado grupos de trabajo con el objetivo de medir el denominado KBC (*knowledge-based capital*), pero lo hace desde una perspectiva parcial, teniendo en cuenta únicamente los activos intangibles y el capital de los ocupados de ciertos empleos.

Una estimación de la CS del conocimiento con exhaustividad permitiría identificar y cuantificar actividades generadoras del conocimiento en la producción, pero no contabiliza el impacto del uso del conocimiento en la productividad, empleo y comercio de aquellas actividades productivas que demandan, adquieren y adaptan innovaciones y conocimiento, pero que no lo gene-

GRÁFICO 1  
ÍNDICE MUNDIAL DE INNOVACIÓN (GII) SEGÚN REGIONES Y DIMENSIONES AGREGADAS



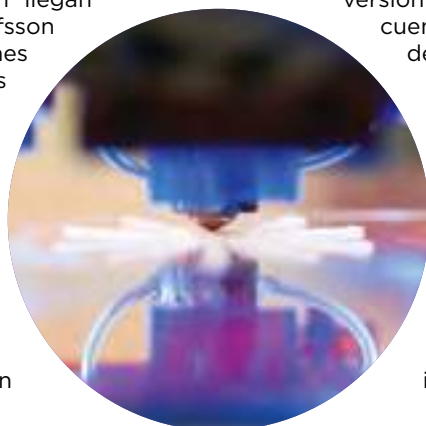
Fuente: Elaboración propia.

ran. Asimismo, si bien el SNA08 y el caso del BEA han capitalizado la I+D y la creación de activos de propiedad intelectual, todavía dejan afuera una serie de intangibles que tienen un importante impacto en la productividad, rentabilidad y competitividad de las firmas.

### EL CAPITAL CONOCIMIENTO

América Latina presenta un importante estancamiento de la productividad, aun durante un período de crecimiento como el vivido durante el *boom* de *commodities*. A pesar de los esfuerzos realizados en muchos sectores productivos, la brecha macroeconómica en diversos indicadores parciales con respecto a la intensidad en inversión en tecnología y *output* de la innovación con los países desarrollados continúa, aun con una mejora sustancial de la calificación de la mano de obra. Sin embargo, el desempeño en productividad hacia dentro de la región ha sido heterogéneo. Con las metodologías hasta ahora analizadas, no resulta claro obtener cuál es la variable diferencial a nivel mesosectorial que permita que la I+D resulte en importantes ganancias de productividad y, por lo tanto, competitividad en el comercio internacional.

A esta conclusión llegan autores como Brynjolfsson y McAfee (2011), quienes señalan que una de las razones más importantes para que las innovaciones generen productividad y rentabilidad en las empresas es que deben ser acompañadas por una reorganización del proceso productivo, inversiones en



intangibles y en capital humano. Las empresas más productivas reorganizan el proceso productivo, los sistemas de incentivos, los flujos de información y otros aspectos de capital organizacional para aprovechar al máximo la tecnología. Esto, a su vez, requiere de mayor habilidad en la fuerza de trabajo. Según los autores, por cada dólar de *hardware* invertido, se requieren más de diez dólares de inversión en capital organizativo complementario. Para que la organización tenga éxito, se requiere una elevada inversión en intangibles, de los cuales el capital organizativo forma parte. Los activos intangibles de la organización son típicamente mucho más difíciles de generar y cambiar, pero también son mucho más importantes para el éxito de la organización.

El SCN08 y el Manual de Capital de la OCDE (2009) incluyen los tradicionales activos de capital en el límite de activos: bienes de capital tangibles (maquinaria, construcciones, ganado para la reproducción, etcétera), pero también algunos activos intangibles (*software*, compra de fondo de comercio, patentes, etcétera), así como recursos naturales (activos de subsuelo, tierras agrícolas) sujetos a derechos de propiedad. Entre las principales novedades que brinda el SCN en su

versión más reciente, se encuentra la recomendación de la medición explícita de los servicios de capital en línea con los principales avances en la medición de la productividad y las fuentes del crecimiento, donde el World KLEMS es el proyecto representativo para la medición y comparación internacional de la

CUADRO 1  
CAPITAL CONOCIMIENTO

TANGIBLES	TIC	HARDWARE TELECOMUNICACIONES
	INTANGIBLES	SOFTWARE BASES DE DATOS EXPLORACIÓN MINERA Y PETROLERA I+D CIENTÍFICO ORIGINALES ARTÍSTICOS Y DE ENTRETENIMIENTO NUEVOS PRODUCTOS/SISTEMAS EN LOS SERVICIOS FINANCIEROS DISEÑO Y OTROS PRODUCTOS/SISTEMAS NUEVOS
	PROPIEDAD DE LA INNOVACIÓN	VALOR DE LA MARCA PUBLICIDAD MARKETING
	COMPETENCIAS ECONÓMICAS	RECURSOS DE LAS EMPRESAS FORMACIÓN DE PERSONAL CAPITAL HUMANO CONTRATADO ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Fuente: Coremberg (2016), Corrado et al. (2005) y Mas y Quesada (2015).

productividad y ARKLEMS+LAND, su contraparte argentina.

Tal como mencionan Mas y Quesada (2015), para que la inversión en TIC e I+D rinda frutos en términos de productividad, rentabilidad y valor de mercado de las empresas, resulta necesario realizar una serie de inversiones complementarias que faciliten la adaptación organizativa eficiente del resto de los componentes del sistema productivo: educación y formación específica de los trabajadores, creación y potenciación de la marca, fidelización de clientes y otros gastos realizados en el seno de la empresa o subcontratados en el mercado.

Jorgenson (2001) considera inversión como “la utilización de recursos presentes con la expectativa de lograr mayores rendimientos futuros internalizados por el inversor”. En una definición más amplia, debe considerarse inversión a cualquier uso de recursos que reduzca el consumo corriente con la finalidad de aumentar el consumo futuro (Corrado, Hulten y Sichel, 2005). De esta manera, por simetría, la inver-

sión tanto en la generación de conocimiento como en el uso del mismo debe incluirse lado a lado con la inversión en infraestructuras, maquinaria y equipos.

De esta manera, una serie de gastos en activos intangibles quedan incluidos en la frontera de activos que forman parte del capital conocimiento (ver cuadro 1).

Nótese que esta definición amplifica la frontera de activos más allá de lo que admite el SCN08, al capitalizar como factores productivos los gastos en diseño y sistemas, la publicidad, los estudios de mercado, los gastos en rediseño de estructura organizativa y la formación de capital humano en las empresas que el SCN08 trata como gastos corrientes que forman parte del consumo intermedio.

La incorporación del gasto en intangibles del sector privado a la inversión tiene efectos notables, tanto en el valor agregado de la economía como en la inversión macroeconómica. Mas y Quesada (2015) encontraron que la inclusión de los intangibles incrementa aproximadamente un 10% el PIB de los países de-

sarrollados, duplica el nivel de inversión en Estados Unidos y representa casi el 50% de la formación bruta de capital tradicional de la Unión Europea.

Asimismo, adicionalmente a la propuesta de Corrado et al. (2005) y Mas y Quesada (2015), hemos incorporado el *stock* de capital humano como parte del capital conocimiento, tanto de la inversión en formación de personal por parte de las empresas como del capital humano contratado, ya que las empresas demandan y utilizan trabajo calificado formado por otras firmas, mediante gastos en formación de personal, la experiencia acumulada propia de los trabajadores adquirida por la experiencia previa en el mercado de trabajo y su formación en el sistema educativo.

Aquí se propone, desde una perspectiva más amplia, integrar al capital conocimiento tanto los gastos tangibles e intangibles con que se generan conocimiento e innovación, como los activos que incorporan el saber acumulado para la producción de acuerdo a la clasificación que se propone en el cuadro 2.

Los activos inmobiliarios y el trabajo no calificado quedan excluidos, ya que no incorporan ni generan nuevo conocimiento, que aquí denominamos “capital no reproductivo” análogamente a la exclusión de las viviendas como capital, al no asociarse el uso de las viviendas no alquiladas a una actividad productiva, realizada por algunos autores en economía.

De esta manera, al tomar en cuenta aquellos activos que generan conocimiento, pero también el capital organizativo que se necesita para que el uso del conocimiento sea efectivo en el proceso productivo, se amplía no solo la contabilización de la riqueza de un país, sino que también se identifican los servicios productivos que las utilidades de esos activos generan, lo que permite contabilizar el impacto del capital conocimiento en el crecimiento.

### CONTABILIDAD AMPLIADA

La metodología que proponemos entonces es la identificación del capital conocimiento de acuerdo a la definición de activos que permiten sustentar y sostener el crecimiento y el bienestar. Por lo tanto, adicionalmente al enfoque de Pérez y Benages (2015), se incorporan los intangibles al capital conocimiento.

Para ello resulta necesario definir el indicador sectorial de intensidad de conocimiento y su contribución al crecimiento económico. Siguiendo a Pérez y Benages (2015), el indicador sectorial de intensidad en conocimiento se define como el valor de los servicios del conocimiento que emplea en relación con el valor de su producción. Los sectores no son clasificados *a priori* en categorías de mayor o menor intensidad y con ello se evita la discontinuidad que representan los umbrales que separan arbitrariamente a unos grupos de otros, como también permite analizar el fenómeno de innovación en forma dinámica.

$$(1) p_j V_j = \sum_{i=1}^m r_{i,j} K_{i,j} + \sum_{h=1}^n w_{h,j} L_{h,j}$$

donde,  $pV$  es el valor agregado del sector  $j$ ,  $r_i$  es el costo de uso del capital de la clase  $i$  que utiliza el sector  $j$  y  $w$  es el salario unitario que se paga por el trabajo de la clase  $h$  en el sector  $j$ . Agrupando los factores productivos por el grado de incorporación de conocimiento  $k$ , se puede definir la intensidad de conocimiento del valor agregado del sector  $j$  como:

$$I^k = \frac{K^k}{p_j V_j}, \text{ con}$$

$$K_j^k = \sum_{i=1}^m r_{i,j}^k K_{i,j}^k + \sum_{h=1}^n w_{h,j}^k L_{h,j}^k$$

Añadiendo todos los valores agregados sectoriales se obtiene el PIB a nivel macroeconómico.

El impacto que tiene el capital conocimiento sobre el crecimiento y la productividad puede medirse mediante

CUADRO 2  
CAPITAL CONOCIMIENTO AMPLIADO

CAPITAL CONOCIMIENTO AMPLIADO	TANGIBLES	NO TIC	MAQUINARIA Y EQUIPO
		TIC	INFRAESTRUCTURA
			HARDWARE
	INTANGIBLES	TIC	TELECOMUNICACIONES
			SOFTWARE
		PROPIEDAD DE LA INNOVACIÓN	BASES DE DATOS
			EXPLORACIÓN MINERA Y PETROLERA
			I+D CIENTÍFICO
	COMPETENCIAS ECONÓMICAS	VALOR DE LA MARCA	ORIGINALES ARTÍSTICOS Y DE ENTRETENIMIENTO
			NUEVOS PRODUCTOS/SISTEMAS EN LOS SERVICIOS FINANCIEROS
DISEÑO Y OTROS PRODUCTOS/SISTEMAS NUEVOS			
RECURSOS DE LAS EMPRESAS		PUBLICIDAD	
		MARKETING	
		FORMACIÓN DE PERSONAL	
CAPITAL NO REPRODUCTIVO		CAPITAL HUMANO CONTRATADO	
		ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	
			INMUEBLES
			TRABAJO NO CALIFICADO (ESTRATO CON EDUCACIÓN PRIMARIA O INFERIOR)

Fuente: Elaboración propia.

el enfoque de la contabilidad del crecimiento. La contabilidad del crecimiento a nivel macroeconómico que permite identificar las principales fuentes del crecimiento económico de un país resulta en la siguiente ecuación:

$$(2) \dot{V} = \varepsilon_k R_k + \varepsilon_{nk} R_{nk} \varepsilon_L \dot{H} + \dot{A}$$

donde  $V$  es el PIB;  $K_k$  son los servicios de capital conocimiento agregado;  $K_{nk}$  son los servicios de capital no reproductivo;  $H$ , las horas trabajadas;  $L$  son los servicios del capital humano;  $A$  es la productividad total de los factores (PTF) o residuo de Solow; y los  $\varepsilon_i$  representan la elasticidad producto de cada insumo primario. Asimismo, la tasa de crecimiento de cada uno de los factores es un agregado Tornqvist de todas las subclases de capital y trabajo (Coremberg, 2009).

Los servicios de capital se estiman reponderando el *stock* de capital por tipo de activo según sus costos de uso en lugar de precios de activo siguiendo

la metodología habitual, expuesta por ejemplo en OCDE (2009) y Coremberg (2009). Si las elasticidades factoriales ( $\varepsilon$ ) son obtenidas de la contabilidad nacional, la contribución del conocimiento al crecimiento económico va a estar dada por la participación en el PIB de cada uno de los factores productivos, que podemos simbolizar por  $\alpha$ , que generan conocimiento multiplicado por su tasa de crecimiento.

Sin embargo, la literatura económica ha señalado que mayor gasto en I+D, mejora en el capital humano, TIC o progreso técnico incorporado en maquinarias y equipos tiene un efecto adicional sobre el crecimiento económico más allá de sus costos.

De existir algún tipo de externalidad, la acumulación del capital conocimiento puede ser inducida por el propio crecimiento de la productividad. Los efectos de tipo *learning by doing* basados en la externalidad que genera la inversión agregada sobre la productividad de las firmas, gracias al incremento del

stock del conocimiento como en Arrow (1962) y Romer (1986) o a través de las externalidades que generan los retornos de la inversión de maquinarias y equipos como en Bradford De Long y Summers (1991), son perfectamente extrapolables a las tipologías de capital conocimiento. En ese caso, las verdaderas elasticidades  $\epsilon$  pueden resultar mayores que 1.<sup>5</sup>

Idealmente, el capital conocimiento contribuye al crecimiento económico por su tasa de crecimiento ponderada por su costo de uso, pero también por las externalidades que genera. En caso de externalidades positivas, las verdaderas elasticidades factoriales ( $\epsilon$ ) del capital conocimiento superan a su participación en términos de costos ( $\alpha$ ). Se puede demostrar que, en ese caso, la elasticidad factorial del capital conocimiento y la PTF medida resulta en:

$$\epsilon_k = \alpha_k + \gamma_k$$

$$\Delta K = \Delta V + \gamma_k R_k$$

donde  $\gamma$  es la externalidad que genera el capital conocimiento.

Ello demuestra que, dado que estas externalidades no son directamente medibles, quedan incluidas en la PTF medida. Dado que la PTF es un residuo, también capta otros fenómenos distintos a las externalidades, que pueden incrementar la productividad y eficiencia de la economía como efectos a escala, *markups*, efectos calidad o progreso técnico incorporado que no se han captado correctamente al medir los factores. No obstante, si las externalidades son relevantes macroeconómicamente, es esperable que el crecimiento de la PTF sea positivo y significativo.

El siguiente esquema sintetiza el argumento:

$$\Delta K_k \dots \dots \dots \Delta Q$$

$$\Delta K_k \dots \dots \dots \Delta(Q/L)$$

$$\Delta K_k \dots \dots \dots \Delta PTF \text{ si y solo si } \epsilon_k > \alpha_k$$

Para verificar la posible externalidad, habría que comprobar económicamente la correlación entre capital conocimiento y PTF, además de la precedencia temporal de la generación de innovación y conocimiento vía test de causalidad. Sin embargo, aunque se verificara, es necesario aclarar que los coeficientes pueden resultar sesgados, inconsistentes y tener problemas de endogeneidad de no especificarse correctamente el capital conocimiento o excluirse algún otro componente de las fuentes del crecimiento, por ejemplo el capital natural (Coremberg, 2016). No obstante, si la PTF medida resultara reducida o negativa, ello podría ser síntoma alternativo de dos fenómenos: la inexistencia o irrelevancia macroeconómica de las externalidades de algún factor productivo emblemático o especial, en nuestro caso proveniente de inversión en alguna tipología de capital conocimiento, o su reducido aprovechamiento por parte de la economía.

### EVIDENCIA EMPÍRICA

A continuación, se realiza un análisis del perfil del crecimiento en América Latina restringiendo la contribución del capital conocimiento a los servicios del capital TIC, la calificación de la mano de obra y la productividad total de los factores. La inclusión de la PTF se justifica porque parte del conocimiento generado por la sociedad del conocimiento se utiliza en el sector productivo sin costo, es decir, posee las características de no rivalidad y no exclusión similar a los intangibles (ver gráfico 2).

El principal factor que explica el crecimiento del PIB en América Latina es el capital no TIC, seguido del factor trabajo y, en tercer lugar, el capital conocimiento en la definición restringida de la base de datos aquí utilizada. La contribución del capital conocimiento, en esta medición restringida, resulta he-

terogénea para la región. Una descomposición de la contribución del capital conocimiento puede brindar mayor evidencia de cuáles han sido los factores que explican su desempeño, como se presenta en el gráfico 3.

La variable fundamental que explica el capital conocimiento es la PTF. Esta variable se encuentra por detrás del desempeño positivo y negativo de la contribución del capital conocimiento en cada país. La contribución del capital TIC y de la cualificación de la fuerza de trabajo resultan notables en Costa Rica y Chile. La “calidad” de la mano de obra resulta un factor predominante en todos los países de la muestra.

No obstante, dada la definición restringida y la falta de medición del capital natural de la TED, no es posible atribuir directamente el dinamismo de la PTF a las externalidades de los intangibles o de las TIC ni tampoco asegurar su magnitud.

### LA MEDICIÓN DEL COMERCIO

Los análisis habituales de comercio internacional y crecimiento destacan que los flujos de comercio permiten adaptar y difundir el conocimiento a través de las importaciones de bienes de capital e insumos de alta tecnología. Asimismo, las exportaciones de elevado contenido de valor agregado pueden derramarse en toda la economía gracias a los encadenamientos productivos, además de los efectos escala y de *learning by doing* que puedan generar sobre las firmas insertas en el comercio internacional. Las cadenas globales de valor son una realidad insoslayable y, por lo tanto, los efectos encadenamientos deberían también tomar en cuenta la difusión del conocimiento a través de los flujos comerciales (Grossman y Helpman, 1991, 2015; Hausmann, Hwang y Rodrik, 2007; Hausmann *et al.*, 2011).

La metodología de contabilidad

del conocimiento planteada aquí puede aplicarse a la medición de los flujos comerciales. La desagregación del valor de producción en sus componentes factoriales del conocimiento puede aplicarse a las exportaciones por el supuesto de proporcionalidad. Este supuesto es el utilizado por el proyecto WIOD (World Input Output Tables), para calcular las cadenas globales de valor, como también por la OCDE. No obstante, el supuesto de proporcionalidad supone que las funciones de producción de la producción doméstica y la producción exportable son idénticas.

Hay diversas bases de comercio internacional que permiten obtener el contenido tecnológico de las exportaciones. Sin embargo, se basan en indicadores de referencia única basados en la imputación de coeficientes de valor agregado fijos y obtenidos para una única referencia geográfica y periódica, por lo cual están sujetos a la misma crítica realizada anteriormente para los indicadores tradicionales de sofisticación tecnológica. Indicadores análogos basados en el gasto en I+D disponen de las mismas restricciones, ya que excluyen otros componentes del capital conocimiento tanto más importantes como los intangibles, capital humano y las TIC.

La contabilidad del conocimiento en las exportaciones permitiría obtener la intensidad del conocimiento en función del conjunto de los activos utilizados en la producción, siempre y cuando se acepte el supuesto de proporcionalidad.

La intensidad en conocimiento de una rama de actividad puede resultar distinta si se considera como medida de la producción el valor añadido bruto o la producción total (ventas). Pueden existir empresas que venden productos cuyo contenido en conocimiento es elevado, como consecuencia de que fue incorporado por otras empresas a

los *inputs* intermedios (compras) que ellas adquieren, pero no ser intensivas en conocimiento por el peso de la maquinaria o el trabajo cualificado que ellas mismas utilizan en relación con el valor añadido que generan. Por lo tanto, para poder aplicar la contabilidad del conocimiento a nivel de una rama productiva particular, resulta necesario contabilizar la contribución de los insumos intermedios al crecimiento de la producción. En términos del comercio internacional, se debe medir la intensidad en conocimiento de los insumos intermedios importados y domésticos, además de las intensidades del resto de los factores productivos contenidos en las exportaciones, como se plantea a continuación:

$$(3) \quad p_j^x X_j = \sum_{i=1}^m r_{i,j} K_{i,j} + \sum_{k=1}^n w_{i,j} L_{i,j} + \sum_{l=1}^p p_{j,l}^M M_{l,j}$$

donde,  $p_j^x$  es el valor de las exportaciones a precios corrientes del sector  $j$ ,  $r_j$  es el costo de uso del capital de la clase  $i$  que utiliza el sector  $j$ ,  $w_j$  es el salario

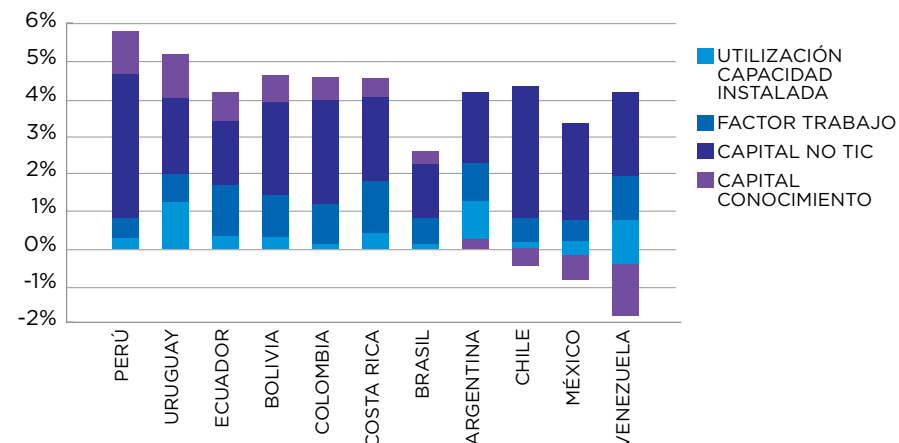
unitario que se paga por el trabajo de la clase  $h$  en el sector  $j$  y  $p_j^M$  es el precio de los insumos intermedios de clase  $i$  que utiliza el sector  $j$ . Asimismo, los insumos intermedios pueden desagregarse en domésticos e importaciones. Agrupando los factores productivos por el grado de incorporación de conocimiento  $k$ , se puede definir la intensidad de conocimiento de las exportaciones de un sector  $j$  como:

$$(4) \quad I^k = \frac{K_j^k}{p_j^x X_j}, \text{ con } K_j^k = \sum_{i=1}^m r_{i,j}^k K_{i,j}^k + \sum_{h=1}^n w_{h,j}^k L_{h,j}^k + \sum_{l=1}^p p_{j,l}^M M_{l,j}^k$$

Añadiendo todos los valores agregados sectoriales se obtiene el contenido en conocimiento de las exportaciones. Nótese que este, gracias al supuesto de proporcionalidad, es idéntico a la intensidad de conocimiento del valor agregado más la intensidad en conocimiento de los insumos intermedios.

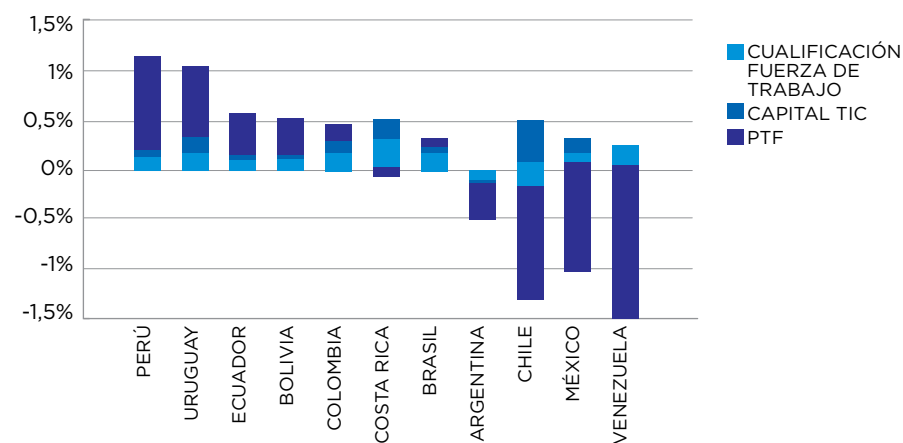
GRÁFICO 2  
FUENTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN PRINCIPALES PAÍSES DE AMÉRICA LATINA (2002-2015)

CONTRIBUCIONES ANUALES AL CRECIMIENTO DEL PIB ANUAL %



Fuente: Elaboración propia con base en TED y ARKLEMS+LAND.

GRÁFICO 3  
CONTRIBUCIÓN DEL CAPITAL CONOCIMIENTO RESTRINGIDO AL CRECIMIENTO ECONÓMICO POR TIPO DE ACTIVO EN PRINCIPALES PAÍSES DE AMÉRICA LATINA (2002-2015). CONTRIBUCIONES ANUALES AL CRECIMIENTO DEL PIB EN %



Fuente: Elaboración propia en base a TED y ARKLEMS+LAND.

### EL CAMINO A SEGUIR

La propuesta consiste entonces en abordar la generación y utilización de la innovación en la estructura económica sujeta a metodologías que permitan su comparabilidad intrasectorial, es decir, con el PIB e intertemporal a los fines de su análisis en el contexto dinámico de economías en crecimiento y su comparabilidad internacional a los fines de comparar el desempeño de cada una de las economías de América Latina y de ellas con el resto del mundo en desarrollo, en especial las BRICS y las economías y bloques regionales desarrollados.

La metodología más ajustada a estos requerimientos es la contabilidad del conocimiento amplia aquí propuesta. La valuación del conocimiento permite cuantificar los efectos de la innovación sobre la actividad productiva tomando en cuenta no solo la generación de innovaciones, sino también su utilización. La medición del conocimiento como un activo que genera servicios a la produc-

ción, tomando en cuenta el SCN como núcleo y ampliándolo según la propuesta aquí realizada, a los fines de analizar la sostenibilidad del crecimiento de una economía, admite su comparabilidad sectorial, intertemporal e internacional. La exhaustividad para obtener el diagnóstico y prospectiva de los efectos de la innovación disruptiva sobre el empleo y el comercio es notable, ya que se requiere una apertura sectorial importante. Sin embargo, diversas experiencias en Argentina permitirían conciliar y compatibilizar bases de series económicas existentes, pero también plantear la generación de nuevas encuestas y procesamientos estadísticos.

El trabajo aquí presentado propone una metodología para evaluar el impacto de la innovación y el conocimiento en la actividad productiva, el empleo y el comercio mediante la delimitación y definición del capital conocimiento en tanto activo utilizado por las actividades productivas y que potencialmente generan productividad y permiten sos-

tener el crecimiento. La metodología planteada permite medir la innovación y el conocimiento ampliando la frontera de activos del SCN08, con lo que se obtiene una métrica compatible y comparable con el PIB.

De esta manera, se incluyen en la inversión en conocimiento no solo los

tradicionales gastos de I+D científicos, sino también la I+D no científica, como el diseño y los gastos asociados a la generación de obras recreativas y artísticas, el gasto en formación de capital humano, la publicidad y el *marketing* y otros activos incluidos en la literatura sobre intangibles. ☁

#### NOTAS

<sup>1</sup> Una versión completa de este artículo forma parte de una Nota Técnica del BID INTAL.

<sup>2</sup> Las metodologías de prospectiva, como las de Frey y Osborne (2013) y Arntz, Gregory y Zierahn (2016) se analizan en otros artículos de este número de *Integración & Comercio* (ver los de Aboal y Zunino, y Pacini y Sartorio).

<sup>3</sup> Coremberg (2010) presenta evidencia de importantes brechas en distintos tipos de infraestructuras de la economía argentina con respecto a países desarrollados y la región, sin ajustar y ajustando por indicadores de eficiencia.

<sup>4</sup> En 1994 se revisó la clasificación establecida diez años antes sobre la base de la ISIC Rev.2 para 22 ramas manufactureras. Para ello se utilizó información más reciente para evaluar la intensidad del gasto en I+D y se ponderó la información relevada con un indicador de intensidad indirecta a partir de relevar la intensidad de I+D contenida en los bienes de capital y bienes intermedios utilizados por cada rama en su producción (además del indicador tradicional de gasto en I+D sobre facturación para cada rama).

<sup>5</sup> Para una discusión más exhaustiva de otros casos de discrepancias entre las  $\epsilon$  y los  $\alpha$ , ver OECD (2001), Stiroh (2002) y Coremberg (2009).

#### BIBLIOGRAFÍA

Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U. 2016. "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis". OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189. Paris: OECD Publishing.

Arrow, K. J. 1962. "The Economic Implications of Learning by Doing". *The Review of Economic Studies*. 29 (3): 155-173.

Bradford De Long, J. y Summers, L. H. 1991. "Equipment Investment and Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics*. 106 (2): 445-502.

Brynjolfsson, E. y McAfee, A. 2011. *Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. Digital Frontier Press.

Coremberg, A. 2009. *Medición de las fuentes del crecimiento en una economía inestable. Argentina. Productividad y factores productivos por sector de actividad*. Buenos Aires: CEPAL.

—. 2010. *El déficit en infraestructura en Argentina*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.

—. 2012. "La productividad de América Latina ante el auge de precios de productos básicos". Cuadernos Económicos de ICE No. 84. España: Ministerio de Economía y Competitividad.

—. 2016. "Accounting for Natural Resources Wealth and Productivity from SNA and Beyond. Testing Natural Resource Curse for Oil and Gas Dependent Countries". Paper presentado en la IARIW 34th General Conference. Dresde, Alemania.

Coremberg, A., Sanguinetti, J. y Wierny, M. 2016. "El fútbol en la economía argentina. Números sin pasiones". *Journal of Sports Economics & Management*. 6 (1): 46-68.

Corrado, C., Hulten, C. y Sichel, D. 2005. "Measuring Capital and Technology: An Expanded Framework". En: C. Corrado, J. Haltiwanger y D. Sichel, editores. *Measuring Capital in the New Economy*. Cambridge: NBER.

EU KLEMS. 2007. "Eu Klems Growth and Productivity Accounts". Consultado: 31 de julio. <http://www.euklems.net>.

net.

Frey, C. y Osborne, M. 2013. *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?*. Oxford Martin Programme on Technology and Employment.

Grossman, G. y Helpman, E. 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge: MIT Press.

—. 2015. "Globalization and Growth". *American Economic Review*. 105 (5): 100-104.

Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S. et al. 2011. *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. Cambridge: CID-Harvard.

Hausmann, R., Hwang, J. y Rodrik, D. 2007. "What You Export Matters". *Journal of Economic Growth*. 12 (1): 1-25.

Hulten, C.R. 2004. "The political economy of price measurement: the NAS Report 'At what price' and beyond". CRIW Conference Price Index Concepts and Measurement.

ISWGNA. 2009. *System of National Accounts 2008*. Nueva York: European Communities, International Monetary Fund, OECD, United Nations y World Bank.

Junker, J. C. 2014. *A New Start for Europe: My Agenda for Jobs, Growth, Fairness and Democratic Change. Political Guidelines for the next European Commission*. Strasbourg: European Commission.

Mas, M. y Quesada, J. 2015. "Intangibles en la Nueva Economía". En: A. Coremberg, editor. *Progresos en Medición de la Economía*. Buenos Aires: Temas Grupo Editorial.

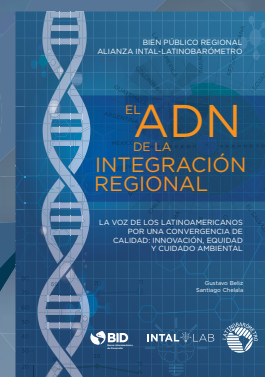
Massot, J. M., Prieto, K. y Weiry, M. 2013. *The Economic Contribution of Copyright-Based Industries in Argentina*. Ginebra: WIPO.

OCDE. 2009. *Measuring Productivity OECD Manual*. París: OECD.

Pérez, F. y Benages, E. 2015. "Contabilidad del Conocimiento: metodología y resultados". En: A. Coremberg, editor. *Progresos en medición de la economía*. Buenos Aires: Temas Grupo Editorial.

Romer, P. M. 1986. "Increasing Returns and Long-Run Growth". *Journal of Political Economy*. 94 (5): 1002-1037.

# PARA CONOCER MÁS DE LA INTEGRACIÓN 4.0



La voz de los latinoamericanos por una convergencia de calidad con veinte mil encuestas exclusivas en 18 países de la región



El camino del MERCOSUR hacia un regionalismo inteligente que le permita potenciar sus economías en una tecnología productiva



La relación de la generación Y de jóvenes argentinos con la tecnología, la economía digital y el mercado laboral del futuro

[www.iadb.org/intal](http://www.iadb.org/intal)



ANÁLISIS

Robert Ivanschitz  
Daniel Korn  
Microsoft Latinoamérica



# Computación en nube

La **reconversión**  
del **espacio** en **red**



La mejor manera de predecir el futuro es inventarlo.

Alan Kay

LA COMPUTACIÓN EN NUBE PUEDE OCASIONAR UNA VERDADERA DISRUPCIÓN EN EL VÍNCULO HOMBRE-MÁQUINA. SE TRATA DE UN ESPACIO EN INTERNET DONDE LOS USUARIOS AUTORIZADOS PUEDEN ACCEDER A TODO TIPO DE DATOS A TRAVÉS DE CUALQUIER DISPOSITIVO QUE SE CONECTE EN RED. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PERMITE EL APRENDIZAJE DE LAS MÁQUINAS DIRECTAMENTE DE LA NUBE Y MULTIPLICAN ASÍ SU POTENCIAL DE ABSORBER INFORMACIÓN Y ANALIZARLA. ALGUNAS DE LAS EMPRESAS TECNOLÓGICAS MÁS GRANDES DEL MUNDO CREARON *PARTNERSHIP FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE*.

La historia de la tecnología –y, de hecho, de la civilización– es la historia de las transformaciones innovadoras. Para nuestra generación, la computación en la nube es el fenómeno que está impulsando una transformación digital. ¿Debemos celebrar este cambio? ¿Debemos temerle?

Ya nos hemos preguntado esto antes. Por ejemplo, hace un siglo, varias sociedades experimentaron un cambio revolucionario cuando las carretas de caballo fueron reemplazadas por los automóviles. Muchos abrazaron este cambio, ya que los automóviles ofrecían más libertad de movimiento y minimizaban el tiempo necesario para llegar a lugares distantes, lo cual abrió las puertas a nuevas industrias y mercados. Los medios de transporte tradicionales fueron reemplazados y los puestos de trabajo tradicionales dieron lugar a nuevas ocupaciones. Pero, probablemente, un herrador no haya encontrado nada que celebrar en estos cambios.

En 1905, la fuerza motriz que impulsaba el transporte local y de carga –entre otros– en la ciudad de Nueva York estaba compuesta por cien mil caballos. A medida que los autos fueron adquiriendo preponderancia, la cantidad de caballos en la ciudad cayó estrepitosamente, y lo mismo ocurrió con la cantidad de personas emplea-

das para mantenerlos –entre ellos, los herradores, empleados de establos, herreros y guarnicioneros– (Microsoft, 2017).

Hagamos un avance rápido hasta el presente. El ritmo vertiginoso del cambio tecnológico impulsado por el advenimiento de la computación en la nube ya es un hecho –las búsquedas en línea, los teléfonos inteligentes, las aplicaciones y otras tecnologías–. Como manifestó el presidente de Microsoft Latinoamérica, César Cernuda: “No es que nos estemos preparando [para la Cuarta Revolución Industrial]. Acabo de regresar de Brasil, donde tienen más de 100 millones de usuarios de Facebook: eso es internet, eso es la nube, eso es la tecnología móvil. Esta transformación digital es algo que estamos viviendo ahora”.<sup>1</sup>

Pocos pondrían en duda los enormes beneficios que ofrece la computación en la nube. Por medio de la nube, los consumidores tienen hoy acceso a un universo de información y servicios más vasto que nunca, las empresas aprovechan el mayor poder de cómputo para impulsar nuevos modelos de negocios que pueden abrir nuevos mercados y las instituciones públicas se vuelven más eficientes y pueden hacer llegar sus servicios a una mayor cantidad de ciudadanos (ver recuadro). Todo esto a un costo tan accesible

que nos permite hablar de un gran salto en la democratización de la informática.

La nube puede cambiar el mundo para mejor. Pero cuando tomamos un poco de distancia y analizamos el discurso público sobre las tecnologías que permite la nube, este entusiasmo se ve a veces atemperado por cierto temor. La gente se pregunta ahora algo similar a lo que se preguntaban los herradores de hace un siglo: ¿cómo afectará la informática de nube al empleo y cómo podemos asegurarnos de que nadie quede excluido?

## EL PRINCIPIO DE LA INCLUSIÓN

La primera parte de la respuesta es que, como demostró un estudio reciente de datos censales para Inglaterra y Gales, desde 1871, el avance tecnológico ha sido, de manera consistente, una gran “máquina creadora de empleo” (Allen, 18 de agosto de 2015).

Del mismo modo, la computación en la nube genera más empleo por, al menos, tres vías.

*La nube estimula la demanda de nuevas ocupaciones de forma directa.* La computación en la nube ya permitió el surgimiento de nuevas ocupaciones, como las de los científicos de datos, que generan numerosos puestos de trabajo nuevos que hay que cubrir. A fines de 2014, la Corporación Internacional de Datos predijo que la demanda de puestos de trabajo en las ciencias informáticas y la gestión e interpretación de datos, solamente en

# 100 MILLONES

## DE USUARIOS DE FACEBOOK HAY EN BRASIL

Estados Unidos, llegaría a casi un millón antes de 2018 (Vesset *et al.*, 2014). Asimismo, en una encuesta realizada en 2016, el 42% de los empleadores que respondieron en las Américas informaron que había escasez tanto de profesionales calificados como de trabajadores en el sector de la informática (Orlikowski y Lozinak, 2016).

*La nube les permite a las organizaciones reasignar recursos y, de ese modo, incrementar el empleo en otras áreas.* En una encuesta llevada a cabo recientemente por Rackspace, entre empresarios que utilizan la nube en Reino Unido y Estados Unidos, el 62% de quienes respondieron indicaron que están reinvertiendo los ahorros que obtienen gracias a la informática en la nube en sus negocios para, por ejemplo, incrementar la planta de personal, mejorar los salarios y fomentar la innovación de sus productos (Weaver, 21 de febrero de 2013). Una

encuesta del Boston Consulting Group (Michael *et al.*, 2013), realizada entre pymes de cinco países, entre ellos Estados Unidos y Brasil, halló que el empleo en las pymes que utilizan las tecnologías de nube crecieron casi dos veces más rápido que el de aquellas pymes que no operan en la nube. La en-



## BENEFICIOS PARA LA COMUNIDAD

Gobiernos de las Américas han comenzado a utilizar la nueva herramienta como un modo de generar nuevos beneficios para la comunidad. La siguiente lista describe una serie de ejemplos donde la computación en nube permitió ganar eficiencia. 1) El gobierno municipal de Miami logró que los funcionarios que inspeccionan las edificaciones emitan permisos desde el lugar, accediendo a los documentos de manera remota y acelerando así el proceso de desarrollo. 2) El gobierno peruano utiliza la nube para que los votantes se involucren más en el ejercicio de la ciudadanía, a través de una aplicación que les hace saber cuál es el lugar de votación más cercano de donde se encuentran. El resultado fue que el abstencionismo se redujo casi un 60% en 2016, comparado con los valores registrados en las elecciones presidenciales de 2011. 3) El gobierno de Antigua y Barbuda creó un portal para los ciudadanos que, en palabras del ministro de Información, Radiodifusión, Telecomunicaciones y Tecnología de la Información, Melford W. Nicholas, logró una mayor participación de los ciudadanos y la prestación de servicios en línea, que incluyen la renovación de las licencias de conductor, la solicitud de visas de ingreso y el acceso a los registros catastrales y de empresas “a un costo reducido en términos del costo total para el propietario y con el beneficio adicional de que se lo puede ajustar a escala de acuerdo con la demanda”<sup>2</sup>. 4) El Servicio de Administración Tributaria (SAT) de México optimizó una de sus funciones más importantes: el procesamiento de las facturas electrónicas. En 2012, el SAT tramitó 25 millones de facturas por mes. Después de pasar a operar en la nube, en marzo de 2015, el SAT logró procesar 35 millones de facturas en un solo día.

cuesta también halló que, solamente en Brasil, la adopción de nuevas tecnologías basadas en la nube y otras relacionadas podría provocar un aumento estrepitoso de los niveles de empleo formal y crear hasta 2,5 millones de puestos nuevos. Asimismo, *The Economist* (12 de enero de 2017) observó que

las reducciones de los costos debidas a la automatización podían, en efecto, “estimular la demanda [y, así, el empleo]... A pesar de la introducción de los escáneres de códigos de barra en los supermercados y de los cajeros automáticos en los bancos, la cantidad de cajeros aumentó en ambos casos”.

*La nube permite la creación de servicios innovadores y acelera la creación de nuevas empresas en la economía digital.* Por ejemplo, el ecosistema móvil, relativamente nuevo en Latinoamérica –impulsado por el crecimiento de los desarrolladores de aplicaciones móviles y proveedores de servicios relacionados que trabajan sobre la infraestructura de la nube–, ya empleaba a 1,9 millones de personas en 2015 (GSMA, 2016). Al reducir las barreras a la entra-

60%

SE REDUJO LA  
ABSTENCIÓN ELECTORAL  
EN PERÚ AL FACILITARLE  
AL CIUDADANO DATOS  
DE SU LUGAR DE  
VOTACIÓN

da que enfrentan las empresas nuevas, la computación en la nube también puede sacar a muchas personas de la pobreza. El exministro de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia, Diego Molano, cree que la iniciativa de su Gobierno, que incrementó la cantidad de ciudadanos colombianos conectados a internet de 2,2 millones en 2010 a 8,8 millones en 2014, fue el motivo por el cual 2,5 millones de personas salieron de la pobreza durante ese período (O’Connor, 15 de agosto de 2014).

Por lo tanto, en términos generales, como dice Jonathan Liebenau, es probable que la informática en la nube sea “positiva [para el empleo], cree más puestos de trabajo que los que destruirá y acelere la creación de empresas nuevas” (The Economist e Intelligence Unit, 2014). Estos puestos de trabajo también pueden ser de mejor calidad que los que se reemplazan: un estudio reciente de la OIT concluye que la expansión del uso de las tecnologías digitales, que permiten trabajar desde el hogar o desde cualquier otro sitio, podrían contribuir a mejorar el equilibrio entre el trabajo y la vida personal, reducir los tiempos de viaje cotidiano y potenciar la productividad (Eurofound y Organización Internacional del Trabajo, 2017). Para promover dicho “teletrabajo”, el gobierno de Colombia lanzó un sitio web que pone a disposición de las empresas y los trabajadores abundante información relacionada con el teletrabajo, “que incluye las ofertas de trabajo en la modalidad remota” (Se-mana, 5 de febrero de 2015).

## ACOMPAÑAR LA TRANSFORMACIÓN

A pesar de estos ejemplos inspiradores, no deberíamos esperar que

35 MILLONES

DE FACTURAS  
ELECTRÓNICAS  
POR DÍA SE PROCESAN  
EN MÉXICO

las transformaciones generadas por la nube se produzcan sin sufrimiento y sin el acompañamiento de la combinación correcta de políticas públicas y capacitación de los trabajadores que requieren. Hoy en día, muchas personas se ven imposibilitadas de beneficiarse de la economía digital emergente porque no tienen las competencias ni las oportunidades necesarias para dominar esa tecnología (Smith, 1 de diciembre de 2016). Por ejemplo, el año pasado, en Estados Unidos había 600.000 puestos de trabajo vacantes en el sector informático, pero solo se graduaron 40.000 profesionales del área en carreras de ciencias de la computación (Code, 2017). En Brasil, el 67% de las empresas señalaron la falta de calificación profesional de la fuerza de trabajo como el principal obstáculo para incrementar la productividad (De Oliveira y De Negri, 2014), mientras que “una asombrosa cantidad de empleadores argentinos – el 59%– manifestó que les estaba resultando sumamente difícil encontrar trabajadores con la calificación necesaria para cubrir los puestos vacantes” (Reeve-Tucker, 1 de noviembre de 2016).

Como uno de los principales proveedores de servicios de nube del mundo, Microsoft está trabajando denodadamente para dar respuesta a las preocupaciones que se plantean en relación con el impacto social y económico de la computación en la nube. Parte de nuestros principales esfuerzos se centra en promover soluciones que

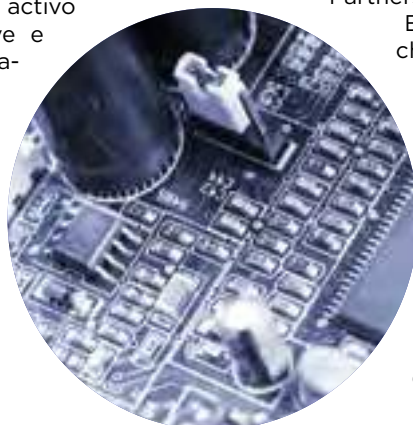
## 2 MILLONES

DE LATINOAMERICANOS  
TRABAJAN  
EN DESARROLLAR  
APLICACIONES  
MÓVILES

garanticen que todos, independientemente de su situación socioeconómica, tengan acceso a servicios de internet de alta velocidad.

Asimismo, a través de su Programa Profesional, la empresa comenzó a capacitar trabajadores directamente para apoyar la reconversión profesional necesaria para trabajar con las tecnologías de nube, los macrodatos (*big data*) y el desarrollo de internet. Hasta ahora, se anotaron más de 35.000 personas en el programa (de las cuales 16.000 provienen de Estados Unidos y Canadá y más de 2.000 son latinoamericanos). Los primeros certificados en Ciencia de Datos fueron emitidos en febrero de 2017 y hay dos cursos nuevos programados, cuyo anuncio formal se hizo en abril de 2017 (Ingeniería en macrodatos y Desarrollo de interfaz de usuario de sitios web).<sup>3</sup>

Para que la transición a la nube sea un éxito, los gobiernos tienen que asumir un papel activo que priorice, incentive e impulse nuevos programas que empoderen a los trabajadores para que cuenten con las competencias necesarias para desempeñarse en las nuevas ocupaciones. Esta es una de las razones por las cuales propugnamos que los gobiernos



difundan la educación de las ciencias informáticas en las escuelas y lleven adelante otras políticas –desde la educación de adultos hasta la expansión del acceso a banda ancha en las áreas rurales– a fin de contribuir a la capacitación, reconversión y empoderamiento de la fuerza laboral.

### EL CLUB DE LOS GIGANTES

Incluso aunque los lideren los gobiernos, es importante que todas las partes involucradas –grupos industriales, educadores y ONG– apoyen estos esfuerzos. Por ejemplo, las principales empresas del sector se han reunido para establecer la *Partnership on AI to Benefit People and Society* (Alianza para la Inteligencia Artificial en Beneficio de las Personas y la Sociedad), una entidad sin fines de lucro cuya misión es asegurar que la inteligencia artificial (IA), construida sobre la infraestructura de la nube, redunde en beneficio de todos nosotros.<sup>4</sup> Como señaló Eric Horvitz, investigador técnico de Microsoft, quien también es el copresidente de la asociación: “La influencia de la IA sobre los trabajos y la economía en general es uno de los pilares temáticos que tenemos en mente para los esfuerzos de la Partnership on AI”.<sup>5</sup>

El hecho es que muchos puestos de trabajo se perderán en manos de robots, vehículos autoconducidos y otras innovaciones permitidas por las computadoras,<sup>6</sup> de modo que las inversiones en capacitación que preparen a las personas para los nuevos trabajos de alta demanda en las

áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (CTIM) son unas de las más importantes acciones que podemos tomar. Los gobiernos también deberían invertir en programas de alta calidad para recapacitar a los trabajadores que ya forman parte de la fuerza laboral.<sup>7</sup>

Como señaló el presidente de Microsoft: “En épocas de cambios vertiginosos, necesitamos innovar para promover un crecimiento económico inclusivo, que ayude a que todo el mundo pueda avanzar. Esto implica una responsabilidad compartida por quienes forman parte del gobierno, el sector privado y los propios individuos” (Smith, 9 de noviembre de 2016). A través de es-

#### NOTAS

- Entrevista de Xavier Serbia a César Cernuda en *CNN Dinero*. CNN En Español, 28 de octubre de 2016 (traducción libre).
- Entrevista a Hon. Melford W. Nicholas, Minister of Information, Broadcasting, Telecommunications & Information Technology, Antigua y Barbuda, 13 de febrero de 2017.
- Entrevista a Keith Boyd, director de Estrategia Empresarial, Programa Profesional de Microsoft, 3 de marzo de 2017; ver también <http://academy.microsoft.com/>.
- Ver la *Partnership on AI to Benefit People and Society*, disponible en <https://www.partnershiponai.org/>.
- Entrevista a Eric Horvitz, director de Investigaciones Técnicas de Microsoft-Redmond Lab, Microsoft Corporation, 7 de marzo de 2017.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Allen, K.** “Technology has created more jobs than it has destroyed, says 140 years of data”. *The Guardian*. **18 de agosto, 2015.**
- Code, 2017.** “Promoter Computer Science”. Fecha de consulta: 14 de mayo. <https://code.org/promote/>.
- De Oliveira, J. M. y De Negri, F.** 2014. “O Desafio da Produtividade na Visão Das Empresas”. En: F. De Negri y L. R. Cavalcante, coordinadores. *Produtividade no Brasil. Desempenho e determinantes*. Brasília: IPEA.
- Eurofound y Organización Internacional del Trabajo.** 2017. *Working anytime, anywhere: The effects on the world of work*. Luxemburgo y Ginebra: Publications Office of the European Union y the International Labour Office.
- GSMA.** 2016. *The Mobile Economy: Latin America and the Caribbean 2016*. Londres: GSMA.
- Michael, D., Aggarwal, N., Kennedy, D. et al.** 2013. *Lessons on Technology and Growth from Small-Business Leaders: Ahead of the Curve*. The Boston Consulting Group.
- Microsoft.** 2017. “A technology revolution for all”. En: *A Cloud for Global Good*. Fecha de consulta: 14 de mayo. <https://news.microsoft.com/cloudforgood/>.
- O'Connor, J.** “Internet Could Solve Poverty in Colombia”. The Borgen Project, The Blog. **15 de agosto, 2014.**
- Orlikowski, C. y Lozinak, A.** 2016. “Skilled Talent: Its at your fingertips. As Organizations Report the Highest Ta-

## 67%

DE LAS FIRMAS  
BRASILEÑAS ASEGURAN  
TENER PROBLEMAS  
PARA ENCONTRAR  
PERSONAL CALIFICADO

fuerzos cuidadosamente planeados y la colaboración entre los sectores público y privado, la transformación de la que somos testigos puede verdaderamente cambiar la vida de las personas para mejor. ☁

ration, 7 de marzo de 2017.

<sup>6</sup> Por ejemplo, el informe *The Future of Jobs* (World Economic Forum, 2016) indica que la mayor caída del empleo de las que ocurrirán en los distintos tipos de trabajos se espera que se produzca en las tareas administrativas y de oficina, ya que las tendencias tecnológicas más modernas tienen el potencial necesario para reemplazar a los trabajadores de dichos sectores.

<sup>7</sup> Ver declaración de Eric Horvitz ante el Comité de Comercio, Subcomité sobre el Espacio, la Ciencia y la Competitividad, Senado de los Estados Unidos, “Audiencia sobre el surgimiento de la inteligencia artificial”, 30 de noviembre de 2016.

lent Shortage Since 2007, Employers Look to Develop Their Own Workforces to Fill In-Demand Roles”. *Manpower Group*.

**Reeve-Tucker, I.** “Argentina Has The Highest Shortage Of Skilled Labor In Latin America”. *The Bubble*. **1 de noviembre, 2016.**

**Semana.** “¿El teletrabajo no termina de convencer en Colombia?”. **5 de febrero, 2015.**

**Smith, B.** “Moving forward together: Our thoughts on the US election”. Microsoft on the Issues Blog. **9 de noviembre, 2016.**

—, “Responsible technology can play a crucial role in moving our country forward”. LinkedIn. **1 de diciembre, 2016.**

**The Economist.** “Lifelong learning is becoming an economic imperative”. **12 de enero, 2017.**

**The Economist e Intelligence Unit.** 2014. *The Impact of Cloud: How Cloud Computing will affect Jobs and the Economy*. The Economist.

**Vespet, D., Olofson, C., Schubmehl, D. et al.** 2014. *IDC FutureScape: Worldwide Big Data and Analytics 2015 Predictions*. International Data Corporation.

**Weaver, C.** “88 per cent of cloud users point to cost savings according to Rackspace Survey”. Rackspace Blog. **21 de febrero, 2013.**

**World Economic Forum.** 2016. *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Global Challenge Insight Report.

# INCLUSIÓN

# DI

# GI

# TAL



Cómo evitar que el desempleo tecnológico agudice la inequidad social en la región. Los nuevos modelos laborales y educativos, y el debate sobre una renta básica universal.

# El empleo en la Cuarta Revolución Industrial



El futuro tiene muchos nombres. Para los débiles es lo inalcanzable. Para los temerosos, lo desconocido. Para los valientes es la oportunidad.

Victor Hugo



EL MUNDO ESTÁ INCURSIONANDO EN LA DENOMINADA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL. SI LA PRIMERA SE DIO CON LA INCORPORACIÓN DE LA MÁQUINA DE VAPOR A LA PRODUCCIÓN DE BIENES Y LA SEGUNDA TUVO LUGAR A PARTIR DEL DESCUBRIMIENTO DE LA ELECTRICIDAD, LA TERCERA Y LA CUARTA, POR SU PARTE, HAN ESTADO MARCADAS PRIMERO POR EL DESARROLLO E INCORPORACIÓN MASIVA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN Y, FINALMENTE EN ESTA ÚLTIMA ETAPA, POR LA CONFLUENCIA Y FUSIÓN DE ESTAS CON UN AMPLIO GRUPO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS, COMO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, LOS DATOS MASIVOS (*BIG DATA*), LA NUBE, LA IMPRESIÓN EN 3D, LA INTERNET DE LAS COSAS O LAS CADENAS DE BLOQUES (*BLOCKCHAIN*), ENTRE OTRAS. ESTE ARTÍCULO ANALIZA CÓMO IMPACTARÁN ESTOS CAMBIOS EN EL MUNDO DEL TRABAJO Y QUÉ DEBEN HACER LOS PAÍSES EN DESARROLLO AL RESPECTO.

La Cuarta Revolución Industrial está promoviendo enormes transformaciones en el mundo del trabajo que nos permiten estar más conectados y ser más móviles y ubicuos que nunca antes en la historia. Al mismo tiempo, a medida que nos adentramos en esta revolución, en la que los avances de la tecnología son cada vez más rápidos y profundos (Schwab, 2016), las inquietudes acerca del futuro del mercado de trabajo se multiplican: ¿acabarán los robots haciéndose con nuestros trabajos?, ¿cuáles son los trabajos más susceptibles de ser automatizados?, ¿cómo podemos prepararnos para competir con éxito en el mercado laboral del futuro? y ¿cuál es el papel del estado para promover un mejor futuro del trabajo?

## LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

### El potencial de la automatización

Los últimos 10 años han visto un rápido desarrollo de máquinas más potentes y precisas que cada vez son capaces de realizar un mayor número de actividades de forma autónoma a un

costo inferior al de un trabajador. A los ya de por sí ubicuos computadores y tecnologías de comunicación se suman los robots, definidos, según la Federación Internacional de Robótica (FIR), como máquinas controladas automáticamente que son reprogramables y multiuso. En poco más de 20 años, el uso de robots en Estados Unidos y Europa se ha multiplicado entre cuatro y cinco veces,<sup>1</sup> con un crecimiento particularmente alto en sectores como las industrias eléctricas, electrónicas, plásticos, metales y maquinarias (FIR, 2016). Además, se observa una creciente presencia de automatización en los servicios. Destacan los ejemplos de centros de distribución de productos operados enteramente por robots, tiendas sin cajeros (Amazon) y restaurantes totalmente automatizados (por ejemplo, el restaurante Eatsa en Los Ángeles). Dado el ahorro en el costo laboral, es muy probable que muchos más centros de distribución, tiendas y restaurantes vayan por el camino de la robotización. A esto se le añade el vertiginoso desarrollo de la inteligencia artificial (IA), es decir, máquinas que imitan funciones cognitivas de los humanos (por ejemplo, aprender y solucionar problemas,

entender el lenguaje humano, competir exitosamente con campeones mundiales de ajedrez, manejar un automóvil o diagnosticar enfermedades) que hasta hace solo muy pocos años se consideraban exclusivamente al alcance del ser humano.

Dados estos avances, el potencial de automatización es enorme. De acuerdo con un estudio de la Universidad de Oxford (Frey y Osborne, 2017), el 47% de los trabajos podrían ser completamente automatizados en los próximos veinte años. Asimismo, según otro estudio de la consultora McKinsey & Company (Manyika *et al.*, 2017), solo en lo que respecta a Estados Unidos, las actividades susceptibles de automatización son el 51% de las actividades de la economía, lo cual representa cerca de US\$ 2.700 millones en salarios. A nivel global, la automatización podría afectar al 49% de la economía mundial, esto es, a 1.100 millones de empleados y US\$ 12.700 millones en salarios (Manyika *et al.*, 2017). De igual forma, se estima que, producto de la automatización y la IA, la mitad de las ocupaciones que existen hoy en día podrían dejar de existir en 2025.

### El aumento de la movilidad y la flexibilidad

Los avances en los medios de comunicación hacen que hoy en día para muchas personas ya no sea necesario trabajar desde una oficina. Todo lo que se requiere es una conexión de internet. Según Jacob Morgan, en su libro *The Future of Work*, los empleos del futuro se van a caracterizar por tener un entorno laboral flexible, donde las personas podrán trabajar desde cualquier lugar y a cualquier hora; podrán colaborar y comunicarse de formas distintas, y aprender a lo largo de su vida laboral a través de los muchos mecanismos disponibles de forma virtual. Muchas or-

1.100  
MILLONES  
DE EMPLEADOS  
PODRÍAN SER  
AFECTADOS POR LA  
AUTOMATIZACIÓN EN  
TODO EL MUNDO

ganizaciones ya están rediseñando los espacios de trabajo con esto en la mira, reduciendo el número de oficinas y teniendo en cuenta que, si bien algunos empleados pasan la mayoría del tiempo en la oficina, otros muchos solo van algunos días y, cuando lo hacen, usan espacios comunes que comparten con otros empleados “nómadas”. Otra tendencia en esta línea son los espacios de trabajo donde una persona o una empresa alquila espacios de forma flexible por días o por horas.

Otra tendencia al alza es la de cambiar de trabajo con más frecuencia. Según el Buró de Estadísticas Laborales (2015), en Estados Unidos, el promedio de jóvenes nacidos en el *baby boom* (entre 1957 y 1964) tenía 11,7 empleos en el lapso de 30 años. De acuerdo con el mismo estudio, los *millennials* (personas nacidas después de 1980) van a cambiar trabajos cada dos años o menos.

### Las plataformas digitales y el *freelance*

Tradicionalmente, las empresas existen como una manera de reducir los costos de transacción: hasta hace poco, solía ser más fácil producir bienes y servicios si muchas partes del proceso estaban bajo una misma compañía, porque esto facilitaba las transacciones para llevar a cabo ese proceso. Sin embargo, hoy en día las tecnologías de la



comunicación e información han reducido muchísimo estos costos y, por ello, muchas actividades que hasta hace poco se consideraban parte del núcleo de la producción están empezando a externalizarse, una tendencia que irá en aumento en el futuro. Surge de esta manera la economía por demanda (*freelance*), donde las empresas pueden contratar, a través de plataformas digitales, trabajadores por actividad o proyecto para realizar servicios concretos. Por esta razón, el trabajador ya no es un empleado, sino un contratista de la compañía. Ejemplos de firmas como Uber, Upwork, etcétera, muestran que es posible tener modelos de negocio exitosos basados en este tipo de contratación. No existen estadísticas oficiales sobre cuántos trabajadores operan bajo estas modalidades, pero, según datos de *The Wall Street Journal*, en Estados Unidos uno de cada tres trabajadores es *freelance* y hasta un 40% lo será en el año 2020 (Freelancers Union y UpWork, 2016).

### ¿EL FIN DEL TRABAJO?

Una serie de autores han dado la voz de alarma acerca del potencial fin del trabajo. En un influyente libro, Brynjolfsson y McAfee (2013) se preguntan si la tecnología acabará con el trabajo y con todos los beneficios comúnmente asociados a tener un empleo (por ejemplo, tener acceso a una pensión o seguro médico). Su argumento es que estamos viviendo una revolución tecnológica sin precedentes, donde el cambio se está acelerando a un ritmo creciente. Si las máquinas son capaces de ejecutar mejor y de forma más económica lo que

hoy hacen los humanos, ¿qué le espera a la humanidad? ¿Nos condenará la tecnología al desempleo masivo y a la desigualdad?

Es obvio que la tecnología tiene un enorme potencial de destrucción de empleo, pero ¿cuál será su efecto global? Para anticipar cómo impactará la tecnología al nivel y a la composición del trabajo es preciso tener en cuenta varias cuestiones.

Primero, la tecnología tiende a sustituir las tareas más rutinarias, no necesariamente todo el trabajo que realiza una persona. Un trabajo se compone de un conjunto de tareas. La distinción entre trabajo y tarea es clave, porque la tecnología permite sustituir algunas tareas y complementar otras. Las tareas más susceptibles de ser sustituidas por la tecnología son aquellas más rutinarias, las cuales son fácilmente automatizables (Autor, 2015). Pero, de hecho, o al menos por ahora, pocas ocupaciones pueden automatizarse totalmente. De acuerdo a Manyika *et al.* (2017), menos de un 5% de los trabajos actuales pueden ser totalmente automatizados. Ahora bien, en el 60% de los trabajos, casi un tercio de las tareas (el 30%) podrían automatizarse. En este sentido, estudios recientes muestran que, tanto en Estados Unidos como en otras economías avanzadas, se ha dado una caída importante en aquellos empleos cuyas ocupaciones se basan en tareas más rutinarias (Autor, Katz y Kearney, 2006; Goos, Manning y Salomons, 2014).

Segundo, la tecnología hace más valiosas las ocupaciones basadas en tareas menos rutinarias, lo cual está llevando a una polarización del mercado laboral, con un aumento en la demanda por dos tipos de ocupaciones en ex-

2%

### ANUAL FUE EL CRECIMIENTO DEL EMPLEO EN EL SECTOR BANCARIO A PESAR DE LOS CAJEROS AUTOMÁTICOS

tremos opuestos de la distribución salarial (Autor *et al.*, 2006). Por un lado, aumentan el empleo y los salarios en ocupaciones basadas mayormente en tareas no rutinarias de carácter cognitivo (especialistas en computación, ingenieros y técnicos, o trabajadores cuyo trabajo se hace más valioso por la incorporación de tecnología). Estas ocupaciones suelen figurar en la parte alta de la distribución de salarios (Autor *et al.*, 2006; Acemoglu y Autor, 2011; Goos *et al.*, 2014). Por otro lado, aumenta la demanda en ocupaciones no rutinarias de carácter manual, que hoy por hoy son difícilmente automatizables (por ejemplo, servicios personales), en muchos casos producidas por personas de bajo nivel educativo y con bajos salarios. Por el contrario, se observa una caída en la demanda de empleo en ocupaciones que figuran en la parte intermedia de los salarios, que son precisamente aquellas que se caracterizan por tener más tareas rutinarias.

Brynjolfsson y McAfee (2013) pronostican que esta tendencia se acelerará a futuro, ya que no solo afectará a aquellos trabajadores cuyos empleos consisten en tareas rutinarias, sino a otros muchos cuyas labores serán automatizables en un futuro cercano, tanto en la parte alta de la distribución de educación (traductores, analistas de datos, gestores...) como baja (por ejemplo, conductores de automóviles, camiones). Estas tendencias, si no son contrarrestadas por acciones de políti-

ca, tenderán a reforzar la ya creciente desigualdad del ingreso entre los más ricos y los más pobres.

Un último efecto de la tecnología, que también debe ser considerado, es que su introducción abarata la producción de muchos bienes y servicios, lo cual permitirá generar empleo al menos en algunas industrias. Así, por ejemplo, tal y como ha sido documentado por James Bessen, la incorporación masiva de cajeros automáticos no ha acabado con los empleados del sector bancario, sino que, por el contrario, estos han crecido un 2% por año. ¿Cómo se explica esto? Bessen (2015) muestra que, por un lado, los cajeros automáticos liberan a los empleados de sus tareas más rutinarias, pasando de atender transacciones simples en la caja a trabajar con el cliente para procesar aplicaciones de crédito e inversiones. Pero, de una manera incluso más importante, la incorporación de cajeros automáticos ha abarataado masivamente la apertura de nuevas oficinas. Por ello, si bien la ratio de empleados por oficina ha caído, el número de oficinas bancarias ha aumentado considerablemente, lo suficiente para que el empleo en el sector bancario aumente.

¿Es el sector bancario la excepción que confirma la regla? Un nuevo estudio de James Bessen (2016) confirma que, entre 1980 y 2013, los sectores que han incorporado más tecnologías de comunicación e información han tenido mayores ganancias en el empleo. Esto viene a confirmar la tendencia histórica en la cual la incorporación de tecnología a través de los siglos no ha disminuido el porcentaje de la población que trabaja. Al contrario, este ha venido subiendo en casi todos los países, coincidiendo con la incorporación masiva de la mujer al mercado de trabajo.

La gran pregunta es si esta vez será diferente. Brynjolfsson y McAfee (2013) pronostican que la historia no servirá



40%  
DE LOS TRABAJADORES  
SERÁ FREELANCE  
EN ESTADOS UNIDOS  
HACIA 2020

de referente, porque la aceleración y la magnitud del cambio tecnológico que estamos empezando a vivir hacen que sus efectos sean difíciles de evitar. En un estudio recién publicado, Acemoglu y Restrepo (2017) examinan el impacto de introducir robots en la producción en el contexto de Estados Unidos. Los resultados no son alentadores: su veredicto es que, a diferencia de la incorporación de las tecnologías de la información, la introducción de los robots industriales tiene impactos negativos en la demanda de trabajo y en los salarios. En este caso, los efectos de pérdida de empleos superan los efectos positivos sobre el mismo causados por el abaratamiento de la producción de bienes y servicios. Por ahora, la pérdida neta de empleo ha sido pequeña, ya que la prevalencia de robots, si bien ha crecido mucho, es todavía baja. Sin embargo, todo indica que la robotización crecerá de forma importante en los próximos años. Es posible que los efectos positivos sobre el empleo debidos al abaratamiento de bienes y servicios, y al cambio de uso del trabajo hacia tareas menos rutinarias (tal y como ocurrió en el sector bancario) no se hayan visto todavía, y que por lo tanto se esté sobreestimando el efecto. Aun así, este estudio muestra que la disrupción en el empleo puede ser muy importante.

Otro aspecto importante y relacionado a considerar es si las nuevas oportunidades de empleo que se crean por la introducción de la tecnología son

capaces de emplear satisfactoriamente a los trabajadores desplazados como producto de estas transformaciones. Ahí el veredicto es también incierto. Para el caso de Estados Unidos, Autor y Dorn (2009) muestran que muchas de las personas que perdieron sus empleos como producto de la introducción de TIC tuvieron que emplearse en trabajos de menor calificación (en parte baja de la distribución de salarios). Solo unos pocos fueron capaces de dar el salto hacia empleos de igual o mayor sofisticación o nivel de salarios. Asimismo, estos autores documentan que los trabajadores de mayor edad fueron los más castigados por los cambios tecnológicos.

La respuesta a si la automatización provocará necesariamente una caída en la proporción de las personas que trabajan o si solamente llevará a una transformación de los empleos se está escribiendo en estos momentos. Todo indica que muchos trabajos (particularmente los más rutinarios) se destruirán y otros empleos completamente nuevos, muchos aún inimaginables, se irán creando. Sin embargo, el ritmo al que la destrucción se acompañará por creación de trabajo dependerá de la velocidad del cambio y la capacidad que desarrollen las economías para recalificar y recolocar a los trabajadores de actividades declinantes a otras emergentes. De no intervenir, es de esperar que estos cambios sigan generando presión hacia una mayor desigualdad del ingreso.

Finalmente, un tema que se plantea es si la tendencia hacia el empleo uberrizado, o por demanda, supondrá el fin del empleo asalariado como lo conocemos, es decir, con beneficios laborales. Un estudio reciente de la Universidad de Oxford advierte de que, si bien esta nueva forma de trabajo puede propiciar el acceso a trabajo y la generación de ingresos para muchas personas, tam-

bién puede crear problemas de aislamiento social, falta de balance entre la vida personal y la laboral, así como problemas relacionados con intermediarios poco escrupulosos (Graham *et al.*, 2017). La mayoría de los trabajadores de esta nueva economía no tiene derecho a las protecciones establecidas en los códigos de trabajo para personas en régimen de dependencia laboral, sino que en la mayor parte de los casos operan como contratistas independientes, sin derecho a seguro social, vacaciones u otros beneficios laborales. En la medida en que esta tendencia aumente a futuro, será cada vez más difícil garantizar protecciones de salud o pensiones para la amplia mayoría de personas a través del mercado laboral.

#### LAS ECONOMÍAS EN DESARROLLO

Las tendencias descritas se han analizado en mayor medida para las economías desarrolladas, pero ¿cuál será el impacto en las economías en desarrollo? Desde el punto de vista tecnológico, el Banco Mundial (2016) estima que dos tercios de los empleos en países emergentes y en desarrollo son susceptibles de ser automatizados. En el contexto de América Latina y el Caribe, algunos países de Sudamérica figuran entre los primeros de la lista en cuanto al potencial de automatización (por ejemplo, Argentina y Uruguay son los primeros de la lista mundial con 60% o más de trabajos automatizables) y en Centroamérica, muchos países tienen alrededor del 40% de empleos susceptibles de automatización. Sin embargo, no está claro que todos estos trabajos se acaben automatizando, ya que estos efectos se verán moderados por un menor costo de la mano de obra relativo al capital y una adopción más lenta de la tecnología.

Así, en América Latina, menos de uno de cada diez hogares pobres está conectado a internet (Banco Mundial, 2016) y solo siete de cada diez personas en el quintil inferior de ingresos de la población en los países en desarrollo poseen un teléfono celular desde el cual pueden acceder a internet. Asimismo, existe una brecha importante entre la región y las economías avanzadas en cuanto a la disponibilidad y adopción de las tecnologías digitales por parte de las empresas (Banco Mundial, 2016). La diseminación de la tecnología se ve obstaculizada por la gran cantidad de pequeñas empresas de baja productividad en las que la adopción de mejoras tecnológicas está rezagada. Asimismo, el grado de penetración de la banda ancha en América Latina y el Caribe está muy por detrás de los países desarrollados, aun cuando su implantación ha venido creciendo de forma importante, con un incremento anual de entre 16 y 18 por ciento (DigiLAC, 2014). Quizás por esta baja penetración de la tecnología, estudios recientes muestran que todavía no se ven en el mercado de trabajo demasiados indicios de automatización (Corporación Andina de Fomento, 2017).

Otra tendencia que todavía es poco visible en la región, pero que probablemente impactará de forma importante a los países emergentes, es el desarrollo de la economía *freelance*. Esta forma de trabajo favorecerá la creación de empleos, permitiendo a los trabajadores de la región conectarse a los mercados de los países desarrollados. De hecho, hoy en día ya hay muchas personas que, desde Sudáfrica, Vietnam, Malasia, India o Filipinas, realizan trabajos como diseño de páginas web, procesamiento de datos o traducciones, para atender la demanda de los países desarrollados. En América Latina y el Caribe, los principales flujos de negocio

se dan en Argentina, Colombia, Brasil y México (Graham *et al.*, 2017). Todo indica que la demanda de este tipo de empleo crecerá de forma considerable a futuro, pero, al mismo tiempo, el número de personas que se conectará (y estará dispuesto a realizar este tipo de trabajos) también se multiplicará, por lo que es posible que, al crearse un mercado global y generarse una competencia entre distintos países para abastecer la demanda, las condiciones laborales se deterioren a futuro.

### ESTAR PREPARADOS PARA EL FUTURO

Las transformaciones asociadas a la Cuarta Revolución Industrial son muy profundas y requieren un esfuerzo tanto de los individuos como del sector privado y del Estado para lograr capitalizar en sus beneficios y atenuar los potenciales costos sobre el bienestar y la desigualdad.

Desde el punto de vista de los individuos, las tendencias descritas indican que, para poder triunfar en este nuevo mercado de trabajo, será necesario invertir en desarrollar habilidades no rutinarias, las cuales son potenciadas por la tecnología. Un estudio de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (2016) afirma que, de cada diez nuevos empleos en países desarrollados, ocho son para trabajadores del conocimiento (profesionales con capacidades técnicas, formación práctica, habilidades directivas y espíritu emprendedor). Dado el rápido cambio tecnológico, educarnos de jóvenes no será suficiente: cada persona deberá seguir invirtiendo en educación y en formación a lo largo de la vida.

Los estudios recientes también ponen de manifiesto que, además de demandar habilidades específicas a una

ocupación, las empresas buscan gente con capacidad de resolución de problemas y con buenas habilidades sociales, que es lo que nos distingue de los robots: creatividad, comunicación efectiva, empatía y una actitud proactiva.<sup>2</sup> La capacidad de manejar emociones es, hoy por hoy, nuestra ventaja con relación a las máquinas. Así, por ejemplo, si bien dentro de poco será común que la inteligencia artificial diagnostique nuestras enfermedades de manera mucho más eficiente que el mejor doctor, seguiremos queriendo que nuestros médicos o aquellos que nos atiendan sean humanos con la empatía que se necesita para manejar nuestras emociones. También las competencias de liderazgo, de persistencia ante la adversidad, la iniciativa y la responsabilidad son hoy en día determinantes del éxito en el mercado laboral, y su importancia irá aumentando en el tiempo a medida que los robots sustituyan las partes más mecánicas y repetitivas de nuestro trabajo.

Asimismo, triunfarán aquellos que, además de poseer habilidades sociales, puedan entender y usar la tecnología. Por ello, será cada vez más importante invertir en adquirir competencias digitales, como la capacidad de codificar, de gestionar redes sociales con visión comercial, de trabajar de manera virtual en plataformas digitales o de analizar datos masivos y, de esta manera, extraer información relevante de la enorme cantidad de datos que se produce todos los días en las redes sociales y en internet.

Volviendo a América Latina y el Caribe y a otras regiones emergentes, la demanda creciente de habilidades (cognitivas, técnicas y sociales), si se materializa en la región, podría traducirse en cuellos de botella importantes para el desarrollo de las personas y de los países. Debido a las fuertes debilida-

des en los sistemas educativos de muchos países en desarrollo, la población no está preparada para estos cambios. Como promedio en la prueba educativa PISA en la región, el 48% de los jóvenes no entiende un texto básico y el 62% no puede realizar un cálculo sencillo. Pero, además, estos jóvenes –y los no tan jóvenes– van a tener serios problemas para seguir preparándose más allá de la educación formal, ya que los sistemas de formación para el trabajo de la región están desvinculados de las necesidades del mercado. Finalmente, las empresas tampoco están preparadas para redefinir puestos y formar a las personas. Y la capacidad de los Estados es muy incipiente. Hoy en día, cuando la gente pierde un empleo, se reemplea en el sector informal (Alaimo *et al.*, 2015).

Por todas estas razones, es necesario invertir en desarrollar mejores sistemas de formación para el trabajo que ayuden a todas las personas a actualizar sus habilidades de forma continua, buscando lograr una mayor calidad y relevancia de los aprendizajes. Para lograrlo, se deben seguir potenciando los sistemas de aseguramiento de calidad, con un fuerte énfasis en la acreditación de las instituciones de formación, la evaluación de resultados, así como invertir en la calidad de los profesores e instructores. En cuanto a la relevancia de la formación, es necesario seguir mejorando la pertinencia de los currículos, lo cual obliga a invertir en instrumentos de anticipación de habilidades (modelos estadísticos, encuestas a empresas y el uso de datos masivos o *big data*) para la toma de decisiones de política (González-Velosa y Rucci, 2016). También se necesita que desde el Estado se involucre mucho más al sector empleador en la identificación de demandas de habilidades y en la provisión de formación a partir de modalidades de instrucción en el propio lugar de trabajo, tales como

**48%**  
DE LOS JÓVENES DE LA  
REGIÓN TIENEN PROBLEMAS  
PARA COMPRENDER  
TEXTOS BÁSICOS

programas de aprendices, buscando fomentar alianzas público-privadas para el desarrollo de habilidades. Aun cuando todo esto implica recursos, es preciso recordar que hoy en día el sistema ya invierte numerables recursos cuyo costo-efectividad se puede mejorar (Huneus, De Mendoza y Rucci, 2013).

Otra idea que va tomando preponderancia es la necesidad de redistribuir las potenciales enormes rentas que van a ser generadas por la automatización. Recientemente, Bill Gates propuso un impuesto a los robots (Kessler, 26 de marzo de 2017). Otros han planteado la creación de un ingreso básico universal, que permita a todas las personas de un país recibir regularmente una suma de dinero sin condiciones, sin considerar si la persona es rica o pobre y sin importar con quién conviva.

Asimismo, la tendencia hacia un creciente uso de mecanismos de trabajo por demanda hará necesario fortalecer los mecanismos de aseguramiento contra riesgos de salud, pobreza en la vejez o desempleo, independientemente de la condición laboral de la persona. Asimismo, será preciso encontrar maneras apropiadas de regular esta nueva industria, buscando por un lado promover la innovación y por otro generar condiciones laborales adecuadas.

En definitiva, necesitamos un nuevo modelo basado en un nuevo pacto social que ponga mucho más énfasis, por un lado, en democratizar las oportunidades para que todos tengamos acceso

a los beneficios de la tecnología y, por otro, en compensar y apoyar a los que resultan negativamente afectados, para que rehagan su camino. De lo contrario, las desigualdades entre los que están preparados para triunfar en este nuevo mundo y los que no seguirán creciendo, y América Latina y otros países emergentes pueden quedar por fuera de esta nueva revolución industrial.

Flexibilidad, trabajo independiente, colaboración, redes e innovación tecnológica son todas palabras que describen los trabajos del futuro; pero también potencialmente, desempleo, desprotección y desigualdad. La región y otros países emergentes necesitarán prepararse ya mismo para enfrentar estos retos y sacar el máximo provecho a esta nueva era. ☁

#### NOTAS

<sup>1</sup> De 0,3 robots por 1.000 trabajadores en 2003 a 1,7 en 2015 en EE.UU. y de 0,6 a 2,5 en Europa (Acemoglu y

Restrepo, 2017).

<sup>2</sup> Ver, por ejemplo, Deming (2015) o The Adecco Group (2017).

#### BIBLIOGRAFÍA

**Acemoglu, D. y Autor, D. 2011.** "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings". En: O. Ashenfelter y D. Card, editores. *Handbook of Labor Economics Volume 4*. Amsterdam, Países Bajos: Elsevier.

**Acemoglu, D. y Restrepo, P. 2017.** "Robots and Jobs: evidence from US Labor Markets". NBER Working Paper No. 23285. Cambridge, MA, Estados Unidos: National Bureau of Economic Research.

**Alaimo, V., Bosch, M., Kaplan, D. et al. 2015.** *Empleos para crecer*. Washington DC, Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo.

**Autor, D. 2015.** "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation". *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3): 3-30.

**Autor, D. y Dorn, D. 2009.** "This Job is 'Getting Old': Measuring Changes in Job Opportunities using Occupational Age Structure". *American Economic Review*, 99 (2): 45-51.

**Autor, D., Katz, L. y Kearney, M. 2006.** "The Polarization of the US Labor Market". *American Economic Review*, 96 (2): 189-194.

**Banco Mundial. 2016.** *Informe sobre el desarrollo mundial 2016. Dividendos digitales*. Washington DC, Estados Unidos: Banco Mundial.

**Bessen, J. 2015.** *Learning by doing: the real connection between innovation, wages, and wealth*. New Haven y Londres: Yale University Press.

**—, 2016.** "How Computer Automation Affects Occupations: Technology, Jobs, and Skills". *Law and Economics Research Paper* No. 15-49. Boston, Estados Unidos: Boston University, School of Law.

**Buró de Estadísticas Laborales. 2015.** "Number of Jobs Held, Labor Market Activity, and Earnings Growth Among the Youngest Baby Boomers: Results from a Longitudinal Survey". *News Release*.

**Brynjolfsson, E. y McAfee, A. 2013.** *La carrera contra la máquina. Cómo la revolución digital está acelerando la innovación, aumentando la productividad y transformando irreversiblemente el empleo y la economía*. Barcelona, España: Antoni Bosch Editor.

**Corporación Andina de Fomento. 2017.** *Más habilidades para el trabajo y la vida: los aportes de la familia, la escuela, el entorno y el mundo laboral*. Bogotá, Colombia: CAF.

**CBRE. 2014.** *Fast forward 2030: The Future of Work and the Workplace*. Genesis Research Report. Octubre.

**Deming, D. 2015.** "The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market". NBER Working Paper No.

21473. Cambridge, MA: NBER.

**DigiLAC. 2014.** <http://descubre.iadb.org/es/digilac>. Federación Internacional de Robótica (FIR). 2016. *World Robotics: Industrial Robots*.

**Freelancers Union y UpWork. 2016.** *Freelancing in America 2016*.

**Frey, C. y Osborne, M. 2017.** "The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?". *Technological Forecasting and Social Change*, 114: 254-280.

**González-Velosa, C. y Rucci, G. 2016.** *Métodos para anticipar demanda de habilidades*. Nota Técnica No. IDB-TN-954. Washington DC, Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo, Unidad de Mercados Laborales y Seguridad Social.

**Goos, M., Manning, A. y Salomons, A. 2014.** "Explaining Job Polarization: Routine-biased Technological Change and Offshoring". *American Economic Review*, 104 (8): 2509-2526.

**Graham, M., Lehdonvirta, V., Wood, A. et al. 2017.** *The Risks and Rewards of Online Gig Work at the Global Margins*. Oxford: Oxford Internet Institute.

**Huneus, C., De Mendoza, C. y Rucci, G. 2013.** *Una visión crítica sobre el financiamiento y la asignación de recursos públicos para la capacitación de trabajadores en América Latina y El Caribe*. Documento para discusión No. IDB-DP-265. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo, Unidad de Mercados Laborales y Seguridad Social (SCL/LMK).

**Kessler, A. "Bill Gates vs. the Robots".** The Wall Street Journal. **26 de marzo, 2017.**

**Manyika, J. 2016.** "Technology, jobs, and the future of work". McKinsey Global Institute. Nota informativa preparada para el Foro Mundial Fortune-Time en el Vaticano, diciembre de 2016 (actualizada en febrero de 2017).

**Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M. et al. 2017.** *A future that works: automation, employment and productivity*. McKinsey Global Institute.

**Morgan, J. 2014.** *The Future of Work: Attract New Talent, Build Better Leaders and Create a Competitive Organization*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Wiley.

**Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). 2016.** *Automation and Independent Work in a Digital Economy*. OECD.

**Schwab, K. 2016.** *The Fourth Industrial Revolution*. Ginebra, Suiza: World Economic Forum.

**The Adecco Group. 2017.** *The Soft Skills Imperative*. Ginebra, Suiza: The Adecco Group.

# TRANSPARENCIA EN OBRA PÚBLICA

## SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PROYECTOS DEL COSIPLAN

La base de datos más completa sobre la infraestructura de integración de América del Sur

[www.iirsa.org/proyectos/](http://www.iirsa.org/proyectos/)

Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento de UNASUR  
Información actualizada por los países - Consultas avanzadas y reportes  
Sistema de Monitoreo Permanente - Disponible en 3 idiomas

COMITÉ DE COORDINACIÓN TÉCNICA

**INTAL**  
INSTITUTO PARA LA INTEGRACIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

**BID**  
Banco Interamericano de Desarrollo

**CAF**  
BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA

**FONPLATA**

# Desocupados de **cuello blanco**

Capacidades *soft* y  
tareas rutinarias



A ningún hombre debe obligársele a hacer  
el trabajo que puede hacer una máquina.

Henry Ford

UN ENFOQUE TRADICIONAL SOBRE EL CAMBIO TECNOLÓGICO Y EL MERCADO DE TRABAJO ES QUE EL TRABAJO DE CUELLO AZUL SUFRE RIESGO DE AUTOMATIZACIÓN, PERO NO EL DE CUELLO BLANCO. EN ESTE ARTÍCULO, SE DESCRIBE POR QUÉ ESTA VISIÓN SERÍA INCORRECTA.

Hay dos escenarios futuros para los trabajadores de cuello blanco, aquellos profesionales, especialistas, expertos que han recibido una fecunda educación. El primero es familiar y reconfortante: es una versión más productiva de lo que tenemos hoy. En este escenario, los trabajadores de cuello blanco utilizan la tecnología, pero simplemente para desarrollar de un modo más eficiente y eficaz las tareas y actividades que ya venían realizando. El segundo futuro es muy diferente: en él, la tecnología ya no se limita a hacer más productivos a los trabajadores de cuello blanco, sino que los desplaza activamente de ciertas tareas y actividades. Así, estas son desarrolladas ya sea por distintas personas o, en muchos casos, sin que intervenga ninguna persona. En el mediano plazo, prevemos que estos dos escenarios futuros se desarrollarán en paralelo. En un plazo más largo, creemos que dominará el segundo.<sup>1</sup>

El libro *El futuro de las profesiones* tuvo un efecto polarizador entre defensores a ultranza y detractores que lo rechazaron con el mismo entusiasmo. Allí exploramos ocho profesiones en particular. En términos generales, describimos cómo los contadores son en gran medida receptivos, los abogados son mayormente conservadores, los periodistas están resignados, los docentes son desconfiados o evangélicos, los médicos desdeñan particularmente que quienes no son médicos tengan cualquier tipo de visión respecto de su futuro, los arquitectos están entusiasmados por las posibilidades, los consultores ven posibilidades en otras industrias que no

son la propia y el clero aparece notablemente silencioso.

Este artículo (dividido en cuatro partes) está basado en dicho trabajo y en las ideas desarrolladas en él. En la primera, exploro los orígenes de este enfoque tradicional de la tecnología y el mercado de trabajo –que el trabajo de cuello azul está en riesgo, pero no el de cuello blanco–. Sugiero que las raíces de esta idea, desde el punto de vista intelectual, se encuentran en la visión del cambio tecnológico “sesgado hacia el trabajo calificado”, que dominaba el pensamiento económico en la década de 1990 y sigue ejerciendo gran influencia en la actualidad. A continuación, expongo la naturaleza del cambio tecnológico reciente –el crecimiento del poder de procesamiento disponible, las mejoras en las capacidades de almacenamiento de datos y los avances en el diseño de algoritmos– y explico por qué nuestros sistemas y máquinas se están tornando cada vez más capaces. En tercer lugar, exploro los argumentos centrales acerca de por qué los trabajadores de cuello blanco ya no son inmunes al cambio tecnológico. Finalmente, cierro este trabajo con lo que esto debería significar para los trabajadores de cuello blanco actuales y futuros y para las políticas públicas.

## EL SESGO HACIA EL TRABAJO CALIFICADO

Un enfoque tradicional del cambio tecnológico es que el trabajo de cuello azul sufre riesgo de automatización, pero no el de cuello blanco. Las tenden-

## Ley de Moore

EN 1965 SE PREDIJO QUE LA CAPACIDAD DE LOS CHIPS SE DUPLICARÍA CADA DOS AÑOS

cias históricas del mercado de trabajo y los argumentos desarrollados por los economistas para analizarlas y comprenderlas sirven para explicar por qué este enfoque tradicional se difundió de un modo tan amplio.

Durante gran parte del siglo xx, el salario relativo de aquellos que tenían un nivel educativo universitario o equivalente con respecto al de quienes solo contaban con un nivel educativo secundario o equivalente –lo que se conoce como “prima por calificación”– se incrementó en todo el mundo desarrollado. Desde luego que el grado hasta el cual se incrementó la prima por calificación fue cambiando a lo largo del tiempo y en diferentes lugares. Lejos estuvo de tratarse de una historia uniforme. Pero la tendencia general fue que el “precio” de los trabajadores calificados pareció incrementarse en relación con aquel de los trabajadores con niveles más bajos de calificación, cada uno medido por sus respectivos salarios.

Se generó cierto consenso entre los economistas respecto de que el cambio tecnológico era un elemento importante para comprender y explicar estas tendencias. En particular, se alegó que la tecnología estaba “sesgada hacia el

trabajo calificado”; es decir, que favorecía o mostraba un sesgo hacia aquellos trabajadores calificados en detrimento de quienes carecían de dicha calificación. Para explicarlo en términos más sencillos, la tecnología hizo que las tareas que realizaban los trabajadores calificados fuesen más importantes y más valiosas que las realizadas por aquellos con niveles más bajos de calificación. La tesis del cambio tecnológico sesgado hacia el trabajo calificado se usó para explicar las tendencias salariales en una enorme variedad de países desarrollados (ver, por ejemplo, Berman, Bound y Machin, 1998 y Acemoglu, 2002).

Esta tesis no solo se utilizó para interpretar lo que estaba ocurriendo en los mercados de trabajo alrededor del mundo, sino también para informar y diseñar las medidas que los responsables de políticas creyeron apropiadas para responder a este fenómeno. La idea fue que se estaba produciendo una “carrera” entre la tecnología y la educación –una perspectiva reflejada en el título de Goldin y Katz (2008)–. El cambio tecnológico hizo que el trabajo calificado se volviera más valioso y, por tanto, lo que esto implicó para los gobernantes fue que había que diseñar una serie de intervenciones que elevaran el nivel de calificación de los trabajadores. El desafío particular para los responsables de políticas era tratar de hacerlo lo suficientemente

rápido, de modo que los trabajadores pudieran sobrevivir en esta carrera y no quedaran atrás. La importancia que le asignaban los gobiernos de todo el mundo a la obtención de un título universitario o terciario, por ejemplo, refle-



jaba esta interpretación de lo que estaba ocurriendo y de cuál era la respuesta política apropiada.

Esta experiencia histórica y el aumento de la prima por calificación parecen reforzar la visión tradicional de que el trabajo de cuello blanco es inmune al cambio tecnológico. Durante gran parte del siglo xx, el cambio tecnológico pareció otorgarle más importancia a la labor de los trabajadores de cuello blanco y mayor valor relativo con respecto al de aquellos de cuello azul. No obstante, si bien esto puede ser un relato útil de lo que ocurrió en parte del siglo xx, no constituye necesariamente una guía apropiada para el siglo xxi. El hecho de que el cambio tecnológico parezca haber ayudado a los trabajadores con mayores niveles de calificación con respecto a los menos calificados en el pasado no garantiza que los trabajadores de cuello blanco vayan a estar protegidos del cambio tecnológico en el futuro. Antes de pasar a analizar dos argumentos respecto de por qué es poco probable que este sea el caso, resulta útil revisar la naturaleza de los cambios tecnológicos más destacados que tuvieron lugar a lo largo de las últimas décadas.

### LA NATURALEZA DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

En los comentarios corrientes acerca del futuro del trabajo, la escala y la velocidad del cambio tecnológico generalmente se interpretan de acuerdo con la Ley de Moore. En 1965, tres años antes de cofundar Intel, un experto en informática llamado Gordon Moore predijo que la cantidad de transistores que podríamos hacer entrar en un chip de silicio se duplicaría cada, más o menos, dos años. En los cincuenta años transcurridos desde entonces, esta predicción en gran medida se cumplió, aun-

## Macrodatos

SE CREA POR DÍA  
LA MISMA CANTIDAD  
DE INFORMACIÓN  
ALMACENADA  
EN DOS MIL AÑOS

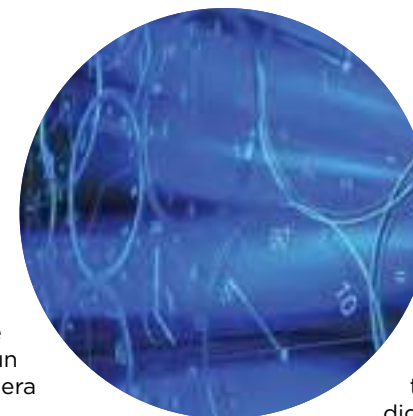
que en algunos períodos la evolución fue más rápida que en otros. Esta hazaña técnica de la ingeniería trajo aparejado el extraordinario crecimiento del poder de procesamiento que tuvo lugar durante ese mismo período. En 2001, el premio Nobel de Economía Michael Spence destacó que el resultado de la Ley de Moore había sido una reducción del costo del poder de procesamiento de “aproximadamente diez mil millones de veces” durante los cincuenta años transcurridos hasta entonces –y esta observación fue realizada hace 16 años. Este proceso continúa en la actualidad y, desde entonces, esta duplicación se ha seguido manteniendo cada aproximadamente dos años.

Hay un creciente escepticismo acerca de si la Ley de Moore se seguirá verificando en el futuro. Muchos de los escépticos señalan, no sin razón, el hecho de que tiene que haber límites físicos a la cantidad de transistores que puede contener un microprocesador. Y esto, sin dudas, es así. Sin embargo, cabe aclarar que muchos de los informáticos que anticipan que la Ley de Moore se seguirá cumpliendo en el futuro no están necesariamente comprometidos con la forma tradicional que permitió lograr este aumento del poder de procesamiento –concretamente, hacer que transistores cada vez más pequeños entren en circuitos integrados de silicio-. Es imaginable que la Ley de Moore se siga cumpliendo en el futuro por enfo-

ques absolutamente diferentes de la informática. En realidad, las técnicas particulares que adoptemos quizás aún no hayan sido siquiera inventadas.

En cualquier caso, la Ley de Moore es apenas una parte de la historia. Un error común que suele escucharse en los comentarios populares sobre el futuro del trabajo es centrarse solamente en el crecimiento del poder de procesamiento en bruto de estos sistemas y máquinas. Sin embargo, estos sistemas no solo son más poderosos en sentido computacional, sino que, además, son cada vez más capaces. Si lo analizamos más detenidamente, veremos que estos sistemas y máquinas pueden llevar a cabo una gama cada vez más amplia de tareas y actividades, muchas de las cuales eran tradicionalmente consideradas realizables solo por seres humanos. Desde luego que el crecimiento extraordinario del poder de procesamiento es un impulsor fundamental de este incremento de la capacidad. Pero hay también otras dos razones importantes detrás de esta evolución.

La primera es nuestra capacidad para capturar y almacenar vastos conjuntos de datos. Actualmente hay mucho entusiasmo y mucho se habla acerca de la ciencia de los datos, conocida también como *big data* o macrodatos, análisis predictivos y análisis de datos. Estos términos se refieren, en gran medida, al mismo fenómeno. En 2010, el presidente de Google, Eric Schmidt, dijo que generamos tanta información por día como la que se creó desde los albores de la civilización hasta 2003. En *El futuro de las profesiones*, estimamos que, para el año 2020, esta cantidad de información se creará cada ape-



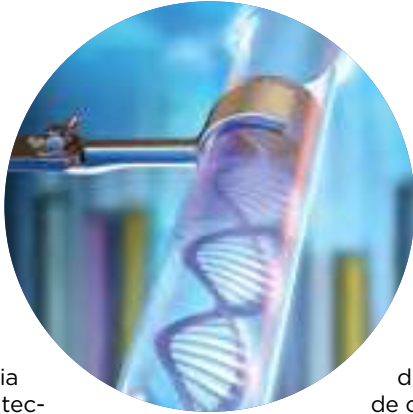
nas algunas horas. Esto es una consecuencia natural del hecho de que, a medida que una mayor proporción de todo lo que hacemos se digitaliza, todas nuestras acciones y decisiones dejan

una densa huella de datos residuales (*data exhaust*), y ahora podemos capturar y almacenar una cantidad cada vez mayor de estos datos.

Junto con estas mejoras en las capacidades de almacenamiento de datos, se encuentra la segunda razón: los grandes avances logrados en el diseño de algoritmos. Los avances más recientes relacionados con las capacidades de las máquinas no se deben simplemente al hecho de que los sistemas sean más poderosos. Tampoco se deben a que tengamos un cuerpo cada vez más voluminoso de datos a los que recurrir. Interviene también el hecho de que hayamos logrado progresos intelectuales significativos en el diseño de algoritmos, en las rutinas que siguen estos sistemas y máquinas, lo cual implica que podemos darle uso a todo este poder de procesamiento y volumen de información. La conjunción de estos tres factores –las mejoras en el poder computacional, la capacidad de almacenamiento y el diseño de algoritmos– está potenciando la capacidad de las máquinas actuales.

### ABOGADOS Y CONTADORES

Hasta hace poco, muchos trabajadores de cuello blanco creían que su trabajo era altamente inmune al cambio tecnológico. Cuando llevamos a cabo diversas investigaciones para escribir nuestro libro, varios profesionales expresaron dudas respecto de si la tec-



nología podía desplazar a los seres humanos o permitir que seres humanos menos expertos se desempeñaran al mismo nivel. La experiencia histórica del cambio tecnológico –como señalamos anteriormente– y su aparente sesgo hacia el trabajo calificado parecían dar sostén a esta creencia.

Pero un interrogante importante es el siguiente: ¿realmente creemos que el cambio tecnológico está sesgado hacia el trabajo calificado? Y, en tal caso, ¿por qué lo está? Veámoslo de otro modo, ¿qué aspecto del cambio tecnológico implica que el trabajo de los seres humanos calificados (trabajadores de cuello blanco) es más valioso que aquel de los trabajadores sin calificación (de cuello azul)? La explicación más común es que el trabajo de cuello blanco es, de algún modo, más complejo o más difícil que el de cuello azul. Muchas veces se dice, por ejemplo, que los mismos abogados afirman que su trabajo requiere de su juicio; los arquitectos sostienen que su trabajo exige creatividad; y los médicos enfatizan que su trabajo implica empatía; y, a su vez, que las máquinas no tienen ninguna de estas capacidades.

Sin embargo, esta explicación, si bien parece normal e intuitiva, muchas veces aparece en claro contraste con lo que vemos a nuestro alrededor hoy en día. Casi a diario, nos enteramos de la automatización de diversas tareas y actividades particulares que eran tradicionalmente desempeñadas por trabajadores de cuello blanco. Existen en la actualidad sistemas que pueden compilar documentos legales, generar diseños de edificios y objetos y diagnosticar enfermedades –muchas veces, sin la intervención de un abogado, arquitecto o médico tradicionales–. Y este fenómeno no solo se pro-

duce en la abogacía, la arquitectura o la medicina. *El futuro de las profesiones* documenta cómo, en una amplia variedad de entornos laborales de cuello blanco, el cambio tecnológico está empezando a

tener una incidencia sobre tareas y actividades que muchas personas tradicionalmente imaginaban fuera del alcance de la tecnología.

De esto se desprende que el desafío es explicar por qué esta visión tradicional del cambio tecnológico es incorrecta: ¿a qué se debe que, a diferencia de lo que se esperaba, el trabajo de cuello blanco se esté automatizando? En otras palabras, ¿por qué estaban equivocados los trabajadores de cuello blanco que creían que su trabajo era altamente inmune al cambio tecnológico? Hay dos razones relacionadas que explican esta equivocación. La primera está basada en una idea errónea acerca de la naturaleza del trabajo. La segunda, en una idea errónea acerca del modo en que operan los sistemas y máquinas de última generación. A continuación, consideraré cada una de estas.

#### Tareas, no trabajos

Muchos creen que los trabajos de las personas son un conjunto indivisible y monolítico de “cosas”. Esta visión está apoyada en creencias populares acerca del futuro del trabajo. Desde esta perspectiva, tendemos a imaginar un futuro donde, un día, un trabajador llegará a su escritorio y se encontrará con que su trabajo ha sido completamente reemplazado por el de un robot. Es poco frecuente, por ejemplo, leer un artículo sobre el futuro del trabajo o ver informes de noticias sobre la automatización que no estén acompañados por la imagen de un robot –quizás hasta vestido con un traje

de abogado o un guardapolvo de médico y con un estetoscopio alrededor del cuello– desempeñando en su totalidad el trabajo de un ser humano.

Queda claro por qué esta visión del trabajo nos lleva a imaginar que el de cuello blanco es difícil de automatizar. Cuando consideramos que los trabajos son conjuntos indivisibles y monolíticos de actividades, esto sugiere de un modo muy fuerte –como resaltamos anteriormente– que la única forma en que el cambio tecnológico puede afectar al trabajo de cuello blanco es automatizando todo lo que hace un profesional. Así, si la tarea profesional está caracterizada por facultades como el juicio, la empatía y la creatividad –de las cuales se dice que son difíciles de automatizar–, es, por tanto, difícil imaginar cómo el trabajo de cuello blanco podría automatizarse.

Sin embargo, esta visión es claramente errónea. Un trabajo no es un conjunto de actividades monolítico e indivisible. De hecho, cualquier trabajo dado está compuesto por una amplia gama de tareas. En otras palabras, cualquier profesional desempeña una gran variedad de actividades distintas en su trabajo. En la literatura económica, el enfoque por tareas aplicado al mercado de trabajo se desarrolló y formalizó a partir de estas observaciones intuitivas (para una perspectiva general de este enfoque, ver, por ejemplo, Autor, 2013). En efecto, la idea de adoptar un enfoque por tareas

fue desarrollada por mi coautor, Richard Susskind, a lo largo de su análisis de la labor jurídica desde mediados de la década de 1990 en adelante (ver, por ejemplo, Susskind, 1996, 2000 y 2008). Esta visión más matizada de la naturaleza del trabajo nos permite una comprensión mucho más sutil acerca del modo en que el cambio tecnológico influye sobre el mercado laboral. Cuando el trabajo profesional se descompone o desagrega en las distintas tareas que lo integran, resulta que ciertas partes de este trabajo son relativamente sencillas y están basadas en procesos. No todo lo que hacen los trabajadores de cuello blanco y, en ciertos casos, no mucho de lo que hacen, requiere creatividad, juicio y empatía.

Más formalmente podemos decir que, cuando el trabajo profesional se descompone en las tareas y actividades que lo integran, sucede que muchas de estas son rutinarias. Esto no significa que sean banales o monótonas. Significa que a los seres humanos les resulta relativamente fácil explicar qué reglas particulares siguen al llevar a cabo dichas tareas. Y dado que es sencillo articular estas reglas, resulta, por tanto, fácil diseñar, sobre la base de estas explicaciones, un conjunto de reglas similares para que las sigan las máquinas. En la literatura económica, la observación que indica que las tareas rutinarias son más fáciles de automatizar se conoce como la “hipótesis de rutinización” (ver, por ejemplo, Autor, Levy y Murnane, 2003).

Una reacción común al argumento de que el trabajo de cuello blanco puede ser automatizado es llamar la atención sobre aquellas tareas y actividades profesionales que son difíciles de automatizar y argumentar que, entonces, el resto de lo que hacen los profesionales también está a salvo de la automatización. Llamamos a esto el “argumento de los casos difíciles” y lo que aquí discutimos explica por qué esta forma particular de

129.450

CASOS DE CÁNCER DE  
PIEL ANALIZA A LA VEZ  
UN ALGORITMO QUE  
REALIZA TAREAS EN  
DERMATOLOGÍA

## LA FALACIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Siendo un éxito de ventas, publicado en varios idiomas y presentado en más de veinte países, el libro *El futuro de las profesiones*, escrito por Richard Susskind y Daniel Susskind, sostiene que el argumento de que las tareas no rutinarias no son automatizables descansa en una idea equivocada que los autores denominan “la falacia de la inteligencia artificial (IA)”. Dicha falacia puede formularse de la siguiente manera: la única forma de desarrollar sistemas que desempeñen tareas al mismo nivel que los expertos o a un nivel superior es copiando los procesos de pensamiento de los especialistas humanos. En realidad, las máquinas pueden llegar a resultados más efectivos sin la necesidad de ejecutar procesos similares a los seres humanos, mediante su propio análisis de datos.

argumentar es engañosa. Desde luego que quizás no sea posible aún automatizar ciertas tareas. Pero la labor que desempeñan los trabajadores de cuello blanco está compuesta por una gama de actividades diversas y centrarse en estos casos suele equivaler a concentrarse en lo que es atípico y describir la labor profesional como uniformemente compleja cuando, en la práctica, generalmente no lo es.

### Las tareas no rutinarias

El argumento anterior postula que el trabajo de cuello blanco, cuando se lo descompone en las actividades que lo integran, muchas veces tiene un componente de tareas rutinarias relativamente fácil de automatizar. Esta es una de las razones por las cuales el trabajo de cuello blanco se encuentra en riesgo de automatización. Pero también existe una segunda razón: que, cada vez más, pueden también automatizarse las tareas no rutinarias. De hecho, muchos de los casos más impactantes de automatización del trabajo de cuello blanco involucran tareas no rutinarias más que rutinarias.

Al reflexionar acerca de las capacidades de la tecnología, es tentador afirmar que, debido a que las máquinas no pueden pensar como un ser humano, no pueden ser creativas; o que como no pueden sentir como un ser humano,

no pueden ser empáticas; o que como no pueden razonar como un ser humano, no pueden emitir juicios. Pero cada una de estas afirmaciones cae en la falacia de la IA (ver recuadro), se basa en la idea de que la única forma de lograr que las máquinas superen el desempeño de las personas es copiando el proceso de pensamiento de los seres humanos. El error reside en no reconocer que la última generación de sistemas de IA no replica el pensamiento ni el razonamiento humanos.

En lugar de esto, los profesionales humanos se están viendo superados por un poder de procesamiento monstruoso, una capacidad descomunal de almacenamiento de datos y algoritmos sumamente sofisticados. Cuando los sistemas predicen mejor que los abogados las decisiones que probablemente tomarán los tribunales o las máquinas realizan diagnósticos médicos más acertados sobre la base de información médica acumulada más que sobre el conocimiento médico científico, nos encontramos ante máquinas de alto rendimiento no pensantes –que no se basan en la creatividad, el juicio o la empatía como un ser humano–. Siguen reglas que, en muchos casos, no se asemejan a las que siguen los humanos.

La falacia de la IA también se encuentra en el núcleo de la hipótesis de

la rutinización. Recordemos que esta hipótesis postula que es sencillo automatizar tareas rutinarias, ya que los seres humanos pueden articular fácilmente las reglas que siguen para llevar a cabo estas tareas y, por lo tanto, es fácil diseñar reglas basadas en esta articulación para que las siga luego una máquina –y, a la inversa, que es difícil automatizar tareas no rutinarias, porque las reglas que siguen los humanos para desarrollarlas no son claras–. Esta hipótesis ignora el hecho de que hay otras formas de desarrollar sistemas que lleven a cabo tareas al mismo nivel que los expertos o a un nivel superior sin tratar de copiar los procesos de pensamiento de los especialistas humanos. En otras palabras, no importa que un ser humano no pueda explicar las reglas que sigue para llevar a cabo una tarea si las reglas que sigue una máquina para llevar a cabo la misma tarea son diferentes.

Para poder observar esto en la práctica, consideremos una tarea de cuello blanco que muchas personas tradicionalmente consideraban fuera del alcance de la automatización: el diagnóstico de enfermedades. Los médicos muchas veces dicen que la habilidad de diagnosticar una enfermedad no se puede escribir ni expresar fácilmente; se basa, por ejemplo, en la experiencia, el instinto, la intuición y el juicio. Y, por esta razón, también se dice que no es posible automatizarla. El espíritu de esta argumentación es claro: si ni siquiera nosotros, los expertos humanos, podemos articular el modo en que realizamos una tarea, ¿cómo podríamos lograr que una máquina la lleve a cabo en nuestro lugar?

La respuesta es la siguiente: desarrollando la tarea de un modo absolutamente diferente al que emplea un ser humano, que no esté basado en la recopilación de las reglas que el ser humano sigue para diagnosticar una enfermedad. Esteve *et al.* (2017) describen un sistema

## CREATIVIDAD Y HABILIDADES INTERPERSONALES SEGUIRÁN SIENDO MUY VALORADAS

que puede predecir con la misma precisión que 21 dermatólogos si la foto de una decoloración cutánea se corresponde con una patología cancerosa. Este sistema no trata de desvelar el proceso de pensamiento que aplica el dermatólogo para diagnosticar un melanoma. Por el contrario, está llevando a cabo esa tarea de un modo radicalmente distinto. Lo está haciendo mediante el entrenamiento de un algoritmo de aprendizaje automático, sobre unos 129.450 casos pasados para derivar un conjunto de reglas muy diferente del que emplean los seres humanos.

Cabe destacar que esta capacidad de llevar a cabo tareas y actividades desempeñadas por trabajadores de cuello blanco es un fenómeno relativamente reciente. Hace apenas algunas décadas, antes de la expansión del poder de procesamiento y la capacidad de almacenamiento de datos, no era posible poner en funcionamiento estos sistemas y máquinas. Hasta entonces, la única forma de superar el desempeño de un ser humano era tratar de imitar sus procesos de pensamiento y hacer que una máquina los siguiera. Esto ya no es así.

### ¿COMPETIR CON LAS MÁQUINAS?

El argumento desarrollado en este artículo es el siguiente. En primer lugar, comúnmente se supone que el trabajo de cuello blanco es un conjunto de actividades indivisible y monolítico. Pero, en la práctica, el trabajo de cuello blanco



muchas veces se puede descomponer en muchos tipos diferentes de tareas y actividades –y sucede que, a fin de cuentas, muchas de estas no son en absoluto complejas, sino que son rutinarias o están basadas en procesos y pueden ser fácilmente automatizadas-. En segundo lugar, comúnmente también se supone que aquellas tareas que son no rutinarias –por ejemplo, aquellas que implican juicio, creatividad o empatía- no se pueden automatizar. Pero esta idea está basada en la falacia de la IA, la concepción errónea de que la única forma de desempeñarse mejor que un ser humano en una tarea particular es copiando su proceso de pensamiento.

¿Qué deberían hacer los trabajadores de cuello blanco actuales y futuros en respuesta a estos cambios? Es muy sencillo, los dos conjuntos de opciones que enfrentan son los mismos que los de todos los demás trabajadores. La primera estrategia es competir con las máquinas. Esto significa que tienen que inclinarse por el trabajo que requiera facultades que, por ahora, a las máquinas les resulta muy difícil igualar –incluso si actúan de un modo diferente-. Por ejemplo, deberían preferir los trabajos que dependen mucho de importantes habilidades interpersonales y de la capacidad de pensar de un modo creativo antes que aquellos que se basan en el aprendizaje de vastos conjuntos de conocimientos bien

definidos y en la aplicación de estos de un modo relativamente rutinario. Pongamos por caso a un aspirante a contador: este debería especializarse en la planificación fiscal antes que en el cumplimiento de las obligaciones tributarias. La segunda estrategia es no competir con las máquinas, sino tratar de construirlas –adquirir las habilidades y competencias de un desarrollador de *software* o ingeniero en sistemas-.

Los responsables de políticas tendrían que tratar de apoyar las dos estrategias. Cabe destacar que esto puede llevarnos a recomendaciones políticas muy distintas de aquellas que parecían apropiadas en la segunda mitad del siglo xx. Así, a medida que se incrementó la prima por calificación, pareció apropiado centrarse en elevar el nivel de capacitación de los trabajadores y llevarlos hacia trabajos de cuello blanco –el apoyo a la educación terciaria y universitaria formal parecía ser una intervención adecuada-. Pero no está claro si esto seguirá siendo así. Muchas de las tareas y actividades que siguen siendo difíciles de automatizar son aquellas que están en el centro del trabajo poco calificado, como el de los enfermeros y cuidadores. Y muchas de las habilidades y competencias que probablemente sean importantes en el futuro no son aquellas que nuestras instituciones educativas tradicionales pueden proveer actualmente. ☁

#### NOTAS

<sup>1</sup> Las estadísticas mencionadas en este artículo pueden

consultarse en Susskind y Susskind (2015).

#### BIBLIOGRAFÍA

**Acemoglu, D. 2002.** "Technical Change, Inequality, and the Labor Market". *Journal of Economic Literature*. 40 (1): 7-72.  
**Autor, D. 2013.** "The 'Task Approach' to Labor Markets: An Overview". *Journal for Labour Market Research*. 46(3):185-199.  
**Autor, D., Levy, F. y Murnane, R. 2003.** "The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration". *The Quarterly Journal of Economics*. 118 (4): 1279-1333.  
**Berman, E., Bound, J. y Machin, S. 1998.** "Implications of Skill-Biased Technological Change: International Evidence". *The Quarterly Journal of Economics*. 113 (4): 1245-1279.  
**Esteve, A., Kuprel, B., Novoa, R. et al. 2017.** "Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks". *Nature*. 542: 115-118.

**Goldin, C. y Katz, L. 2008.** *The Race between Education and Technology*. Cambridge: Harvard University Press.  
**Susskind, R. 1996.** *The Future of Law: How Technology Will Transform the Work of Human Experts*. Oxford: Oxford University Press.  
 —. 2000. *Transforming the Law: Essays on Technology, Justice, and the Legal Marketplace*. Oxford: Oxford University Press.  
 —. 2008. *The End of Lawyers?: Rethinking the nature of legal services*. Oxford: Oxford University Press.  
**Susskind, R. y Susskind, D. 2015.** *The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of Human Experts*. Oxford: Oxford University Press.

# SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE INTEGRACIÓN Y COMERCIO

Estadísticas e indicadores



Acceso a mercados



Marco legal




Visualizaciones



Nuevo sitio  
[www.intradebid.org](http://www.intradebid.org)

# Automatización inteligente



.....  .....

Cuando creíamos que teníamos todas las respuestas,  
de pronto, cambiaron todas las preguntas.

Mario Benedetti

.....

HASTA AHORA, LA AUTOMATIZACIÓN DE ACTIVIDADES POR MÁQUINAS SE HA BÍA PRODUCIDO EN LOS SEGMENTOS RELACIONADOS CON TRABAJOS PARA LOS QUE SE REQUIERE UNA INTENSA ACTIVIDAD FÍSICA O Poca FORMACIÓN. SIN EMBARGO, LA AUTOMATIZACIÓN DEL TRABAJO ESTÁ YA AFECTANDO AL REALIZADO POR PERSONAS CON UNA MAYOR CUALIFICACIÓN, INCLUSO CON FORMACIÓN UNIVERSITARIA. ESTAMOS ASISTIENDO, COMO NUNCA ANTES, A LA CONTINUA CREACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y DESTRUCCIÓN DE EMPLEO. ESTE TEXTO ANALIZA CÓMO AFRONTAR ESTE RETO Y PLANTEA CAMBIOS EN LAS TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN Y EN LA DISTRIBUCIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LA INNOVACIÓN.

Casi todos los estudios que hasta el momento se han realizado sobre el impacto de la automatización inteligente en el empleo, salvo contadas excepciones, se refieren a países muy desarrollados, particularmente EE. UU. En ellos, lógicamente, la penetración e impacto de la automatización inteligente está siendo y será mayor, al menos a corto y medio plazo. Pero ¿qué puede esperarse del impacto de la automatización en América Latina y el Caribe (ALC)?

En ALC los jóvenes de edades entre 15 y 29 años superan los 163 millones, lo que supone aproximadamente un cuarto de la población de la región, y se estima que su valor máximo se alcanzará en 2020 (OCDE/CEPAL/CAF, 2016). Existe entonces una ventana de oportunidad demográfica muy clara si esto se aprovecha, pero las circunstancias actuales no son las mejores. Se debe tener en cuenta que, a pesar de que una de cada tres personas pertenece actualmente a la clase media, casi dos de cada tres jóvenes en la región viven en ho-



gares pobres y vulnerables.

Una quinta parte de los jóvenes que viven en ALC trabaja en empleos informales, otra quinta parte ni estudia ni trabaja, y estudian solo uno de cada cuatro. Un tercio, de hecho, no ha completado la educación secundaria o no está escolarizado. El mayor desafío se produce en la transición del sistema educativo al mercado de trabajo, donde muchos jóvenes pasan del sistema educativo a la nada o a la economía informal.

## LOS JÓVENES LATINOS

La encuesta Telefónica Global Millennial Survey muestra que la economía digital tiene una fuerte penetración entre los *millennials* latinos. Sin duda estos jóvenes están mejor educados que las generaciones anteriores, se desenvuelven mejor con las nuevas tecnologías y en el ámbito digital, son más adaptables a los cambios sociales y desarrollan rápidamente nuevas habili-

dades. No obstante, ser usuario no es lo mismo que ser desarrollador de contenidos, servicios y productos o emprendedor en tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Es bueno tenerlo presente, ya que de otro modo puede ocurrir lo que dijo Mario Benedetti: “Cuando creíamos que teníamos todas las respuestas, de pronto, cambiaron todas las preguntas”.

McKinsey Global Institute (MGI) (Manyika, Chui y Miremadi, 2017)<sup>1</sup> ha analizado el porcentaje de tiempo invertido en actividades potencialmente automatizables, teniendo en cuenta el conocimiento y la tecnología hoy en día existentes. Este estudio fue realizado en 54 países, con una cobertura del 78% del total del mercado laboral. Según el MGI, en Colombia y Perú el porcentaje del tiempo invertido en tareas automatizables es el 53%, en México el 52%, el 50% en Brasil, el 49% en Chile y un 48% en Argentina y España. Los datos en otros países se sitúan también alrededor del 50%. Estos son los datos medios, considerando todos los sectores de actividad. Evidentemente, si hacemos un zoom sobre sectores específicos encontraremos diferencias notables de unos a otros. Por ejemplo, en el sector de la manufactura el porcentaje de automatización en México se estima en un 64% –lo que afectaría a 4,9 de los 7,7 millones de empleados estimados en este sector–, mientras que en la industria de servicios financieros es del 34% y del 29% entre los servicios profesionales científicos y técnicos.

Una parte sustancial de la respuesta a las nuevas preguntas pasará por la educación y la capacidad de las sociedades para innovar. La tasa de matrícula en educación superior en América Latina pasó del 22% en el año 2000 al 43% en 2012. Pero no fue un aumento por igual en los distintos países ni se vio correspondido en calidad. Tampoco hubo un aumento de inversión proporcional a

**20%**  
DE LOS JÓVENES  
LATINOAMERICANOS  
NO ESTUDIA  
NI TRABAJA

dicha evolución. Además, América Latina es una de las regiones del mundo en las que hay un mayor desfase entre la demanda de las empresas y la educación recibida. Por todo ello, es necesario fortalecer la calidad del sistema de educación superior (SES), regular la acreditación de la calidad de sus instituciones, reducir las altas tasas de deserción y aumentar la cobertura (pública), y desarrollar alternativas de educación postsecundaria no universitaria, equilibrando en género las distintas áreas de estudio y vinculando más y mejor al SES con el sistema productivo.

Un estudio del Banco Mundial (Lederer *et al.*, 2014) muestra que América Latina es una región con muchos emprendedores y poca innovación. Las diferencias en términos de innovación de la región con respecto a otras áreas comparables del mundo son muy significativas e incluso crecientes. Hablamos de la I+D y las patentes, pero también de la innovación de productos, servicios y procesos, algo que afecta incluso a las empresas exportadoras y *multilatinas*. En cuanto al emprendimiento, una parte muy importante del mismo está relacionada con actividades de subsistencia. Algunos indicadores de emprendimiento en los países de la región inducen la falsa idea de que estamos ante una situación muy halagüeña, particularmente entre los jóvenes. Lo cierto es que no se trata en general de emprendimiento in-

novador. El emprendimiento altamente innovador requiere bastante más que de tener cultura emprendedora y voluntad para emprender. Necesita además financiación, competencias específicas, acceso a mercados e internacionalización, contactos y regulación, todos ellos insuficientemente desarrollados en la región, además de una mayor inversión en I+D y mejor transferencia de sus resultados.

### MULTILATINAS

El referido estudio del Banco Mundial (Lederman *et al.*, 2014) pone de manifiesto también algunas debilidades en el perfil de las empresas de la región latinoamericana. Las empresas al nacer presentan cierto raquitismo. Nacen con un número menor de empleados que en otras regiones con niveles semejantes de desarrollo, algo que, en general, no se llega a corregir a lo largo de la vida

de las empresas. Las distintas políticas apoyan sobre todo la creación de empresas y a las pequeñas empresas, pero no su escalado. Cada vez son más las voces, con Daniel Isenberg a la cabeza,<sup>2</sup> experto mundial en ecosistemas emprendedores, que alertan de esta situación. En todo caso, la menor creación de empleo empresarial es algo que afecta también a las empresas más grandes de la región. Las multinacionales que están instaladas en América Latina invierten menos en innovación que en otras regiones del mundo en las que también operan. Un solo dato resulta clarificador: las multinacionales estadounidenses invierten cinco veces más en I+D en Asia que en América Latina. Las *multilatinas* no son una excepción. En promedio tienen una actividad de protección industrial menor que las multinacionales, incorporan menos tecnologías de terceros e invierten menos en I+D. Dos de las posibles causas, tal como apunta el estudio

del Banco Mundial, son una cierta falta de competencia, lo que desincentiva la inversión en innovación, y el déficit de capital humano de alta cualificación.

La investigación en ALC se concentra sobre todo en sus universidades. De hecho, estas producen aproximadamente el 80% de las publicaciones científicas y tienen una contribución significativa a la producción de patentes en sus respectivos países. En ellas trabajan el 50% de los investigadores de la región y ejecutan en torno a un tercio del presupuesto destinado a I+D. Además, asumen casi en exclusiva la responsabilidad de la formación de capital humano avanzado. Así lo pone de manifiesto el primer estudio de la contribución al tejido productivo de los sistemas universitarios de 21 países iberoamericanos (Barro, 2015), donde se refleja también la descarnada realidad de una muy deficiente transferencia de los resultados de I+D al tejido productivo.

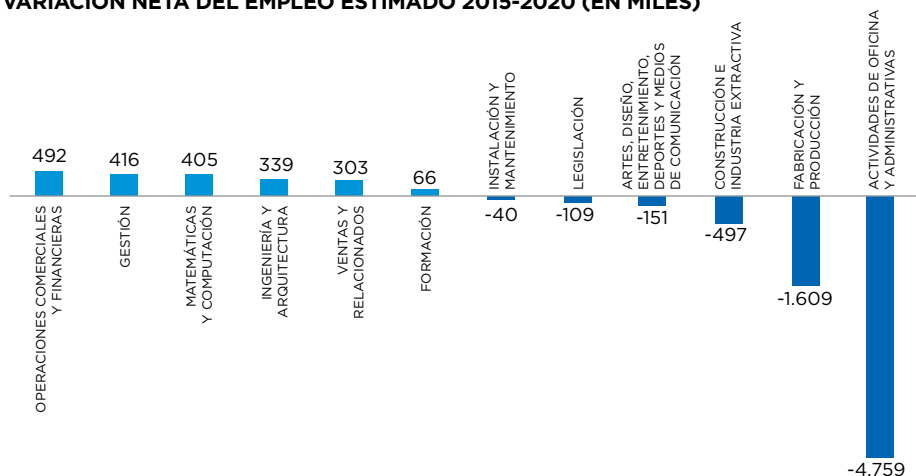
**53%**  
ES EL TIEMPO  
INVERTIDO  
EN TAREAS  
AUTOMATIZABLES

en las TIC en general y en la robótica y la inteligencia artificial (IA) en particular.<sup>3</sup>

Recientemente, Fukoku Mutual Life Insurance, una empresa de seguros japonesa, sustituyó a varias decenas de empleados por un sistema informático de evaluación de pagos a los asegurados (McCurry, 5 de enero de 2017). Dicho sistema está basado en el Watson Explorer,<sup>4</sup> un *software* de IBM que ha ido evolucionado desde el utilizado en 2011 para vencer a los dos mejores jugadores -humanos- de la historia del Jeopardy. Se trata de solo un ejemplo entre muchos otros.

Un interesante estudio del World Economic Forum (2016)<sup>5</sup> sobre el futuro del empleo estima una pérdida de 5,1 millones de puestos de trabajo en el período 2015-2020 para el conjunto de países analizados. Hablamos de empleos netos, ya que si bien se cree que podrían crearse unos 2 millones de nuevos empleos, sobre todo en los sectores financiero y de gestión y en las ingenierías, particularmente en computación, el total de empleos destruidos superaría los 7 millones, de los cuales dos de cada tres afectarían a aquellos relacionados con el desempeño de tareas rutinarias de oficina y administrativas. También se verán afectados muy especialmente los trabajadores de sectores de manufactura y producción, pero en este caso con una mayor probabilidad de reempleo. Otro trabajo muy citado es el realizado

GRÁFICO 1  
VARIACIÓN NETA DEL EMPLEO ESTIMADO 2015-2020 (EN MILES)



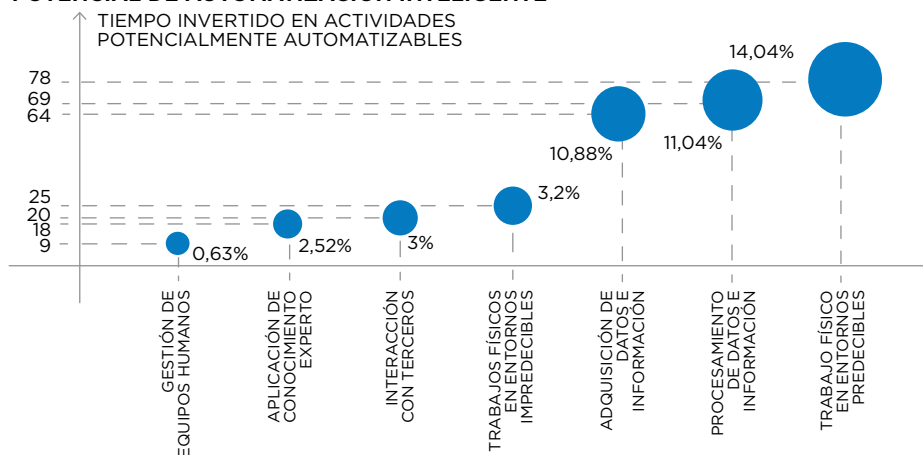
Nota: la estimación tiene en cuenta a la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático, Alemania, Australia, Brasil, China, Estados Unidos, Francia, Consejo de Cooperación para los Estados Árabes del Golfo, India, Italia, Japón, México, Reino Unido, Sudáfrica y Turquía.  
Fuente: World Economic Forum (2016).

### MÁQUINAS INTELIGENTES

Cuando hablamos de la automatización del empleo no nos referimos al uso de herramientas, sean físicas o no, que nos ayuden a un mejor desempeño de nuestro trabajo, sino a la realización de ese trabajo por máquinas. Por poner un ejemplo, es muy distinto utilizar un navegador para que nos guíe por la mejor ruta cuando conducimos que disponer de un coche con plena autonomía, como los que ya empiezan a probarse en condiciones reales de tránsito.

La automatización inteligente es la aplicación de máquinas -o sistemas- capaces de emular o incluso superar la capacidad humana en la ejecución de tareas complejas cuya realización requiere de inteligencia. El auge de la automatización inteligente descansa en los grandes avances que se están logrando

GRÁFICO 2  
POTENCIAL DE AUTOMATIZACIÓN INTELIGENTE



Nota: En el eje de ordenadas se muestra el porcentaje de tiempo invertido en actividades potencialmente automatizables para los distintos tipos de actividades en las que se divide el trabajo (eje de abscisas). Por otra parte, el tamaño de cada círculo identifica qué porcentaje es automatizable del conjunto de las más de 800 ocupaciones analizadas –en total algo más del 45%–, distribuido entre los distintos tipos de actividades reflejados en el eje de abscisas.  
Fuente: Chui, Manyika y Miremadi (2016).

por Frey y Osborne (2013). Estos investigadores han analizado cuán susceptibles son de automatización más de 700 trabajos u ocupaciones que hoy en día realizamos las personas. Según estos autores, aproximadamente el 47% del empleo actual en EE. UU. está en riesgo –en una o dos décadas, incluso–, y peligran sobre todo aquellos trabajos que no requieren una formación especial y están peor retribuidos. Un estudio de la OCDE (Arntz, Gregory y Zierahn, 2016) estima que se automatizarán alrededor de un 9% de los empleos en países de la OCDE y que el balance final de empleo perdido será incluso inferior. Las razones son básicamente tres: la lenta penetración de las tecnologías de automatización –por motivos económicos, legales y sociales, fundamentalmente–; parte de los trabajadores desplazados por la automatización pueden realizar otras actividades; y se crearán otros

empleos, en muchos casos derivados de las nuevas tecnologías y del aumento de la productividad.

En el estudio de McKinsey & Company (Chui, Manyika y Miremadi, 2016) realizado para el mercado laboral estadounidense, en particular, se analizaron unas 2.000 actividades realizadas en 800 ocupaciones, cuantificando el tiempo que los empleados invierten en ellas y la viabilidad tecnológica de automatizarlas. Las capacidades actuales a nivel científico-tecnológico –soluciones comerciales o en investigación– muestran que se podría automatizar un 45% de las actividades retribuidas actualmente (gráfico 2) y que aproximadamente un 60% de todas las ocupaciones demandan la realización de actividades de las cuales al menos un 30% sería automatizable en la actualidad. Según los autores, alrededor de la mitad del tiempo del personal en el sec-

tor financiero y de seguros se dedica a la obtención y procesamiento de datos e información, actividades con un alto potencial de automatización. Sectores como los de fabricación, procesamiento de alimentos, hostelería o comercio disponen de empleos altamente automatizables. Se considera que de media un 78% de las actividades realizadas en estas ocupaciones son trabajos físicos muy pautados y, por tanto, perfectamente automatizables –soldadores, operarios en líneas de montaje, empaquetadores o procesadores de alimentos–. Por el contrario, las actividades físicas menos sistemáticas, en entornos menos predecibles, solo son automatizables en un 25% aproximadamente –ganadería extensiva o actividades forestales, por ejemplo–. Otros, como la educación o las industrias culturales y creativas, lo son incluso en menor medida.

Aunque estos y muchos otros estudios son realmente diversos en cuanto al foco de su análisis, la metodología empleada y los resultados que aportan, coinciden al subrayar el enorme impacto de la automatización inteligente del empleo.

### CREACIÓN DE EMPLEO

Algunos investigadores y expertos apuntan que, al igual que ocurrió en otras ocasiones en las que se eliminaron empleos por el avance de las tecnologías, se crearán muchos más, en general derivados de esos mismos progresos tecnológicos. Es posible, pero de momento no tenemos demasiado sustento argumental para afirmarlo, prime-



25%

ES LA POSIBILIDAD DE AUTOMATIZAR TAREAS FÍSICAS EN ENTORNOS NO PREDECIBLES

ro por la dificultad de anticipar esos posibles empleos al día de hoy –decir que la mayor parte de los que hoy son niños trabajarán en empleos aún inexistentes o hablar del potencial de creación de empleo que abren las nuevas tecnologías, citando la de piloto de drones, por poner solo un ejemplo, son poco más que ocurrencias– y segundo, porque en esta ocasión se dan unas circunstancias singulares con respecto a épocas anteriores, que apuntan a un porvenir bien distinto que en el pasado. En particular, como se ha comentado, muchas actividades que están siendo ya automatizadas no son ni mucho menos de baja cualificación.

Dentro de lo complicado que es hacer predicciones en un presente tan fugaz y en un futuro tan nebuloso, un informe del Gobierno de EE. UU. (Lee, 2016) apunta cuatro categorías de trabajos que podrían crearse debido a la automatización inteligente:

1. Aquellos empleos directamente ligados al propio proceso de automatización inteligente. Pensemos en los especialistas en *big data* o en aprendizaje en máquinas.

2. Los que realicen tareas que la propia automatización inteligente amplifique, como los profesionales asistidos en su toma de decisiones por sistemas expertos en los más diversos ámbitos.

3. Los que supervisen los sistemas inteligentes, monitorizándolos y manteniéndolos operativos, por ejemplo.

4. Los creados por el cambio de paradigma, como aquellos relacionados con temas de legislación o seguridad derivados de las nuevas condiciones de operación de las máquinas inteligentes, como ocurrirá con los coches autónomos.

Lo que no está nada claro es que todos estos trabajos y otros que puedan derivarse de la introducción de las tecnologías inteligentes o del progreso y mayor productividad a la que estas puedan dar lugar compensen siquiera los empleos humanos que dichas tecnologías hagan innecesarios.

### EL ETERNO PROBLEMA DE MEDICIÓN

Se asume que el indicador de referencia para medir el crecimiento económico es el producto por habitante o PIB per cápita. Sin embargo, cada vez menos será la productividad del trabajo –PIB por empleado– la principal fuente del crecimiento económico –PIB per cápita–, sino dos nuevos factores que podríamos denominar productividad por unidad de empleo y tasa de automatización del empleo. Una unidad de empleo puede ser desempeñada por un trabajador humano o una máquina que realice el trabajo que en otro caso debería ser realizado por personas.

Veámoslo a través de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{PIB}}{\text{Población}} = \frac{\text{PIB}}{\text{Unidad de empleo}} \times \frac{\text{Unidad de empleo}}{\text{Empleados}} \times \frac{\text{Empleados}}{\text{Población}}$$

El primer término es el clásico PIB per cápita. Denominaremos a los térmi-

nos después de la igualdad, respectivamente, productividad por unidad de empleo, tasa de automatización del empleo y tasa de empleo humano (sobre la población total).

Aumentar el PIB per cápita puede hacerse, por tanto, aumentando cualquiera de los tres factores tras la igualdad. Teniendo en cuenta que la tasa de empleo sobre población total está claramente limitada –por demografía, regulaciones, etcétera–, podemos aumentar el PIB per cápita aumentando la tasa de automatización del empleo o la productividad por unidad de empleo. Aquello supone una mayor automatización del trabajo realizado y esto una mayor cualificación del trabajo y un mayor rendimiento en su desempeño, lo que en el caso de unidades de empleo resueltas artificialmente –mediante máquinas– requiere en general de una mayor inteligencia de las mismas. En general, a mayor inteligencia en máquina, mayor productividad.

Si aplicamos la ecuación al conjunto del planeta, la automatización inteligente del empleo es la mejor forma de incrementar el PIB per cápita y crecer económicamente. Sin embargo, puede haber resultados muy dispares a nivel local. Por ejemplo, la situación en un sector de actividad o en un ámbito geográfico concretos puede influir en otros de un modo muy significativo. El incremento de la tasa de automatización del empleo y de la productividad por unidad de empleo en un país puede compensar incluso con creces la destrucción de empleo humano en dicho país. Pero si ese trabajo ahora automatizado era realizado por personas en otro país, podría no haber en este compensación alguna. De hecho, ya empieza a ocurrir que grandes empresas están reintegrando a través de su automatización diversas labores que previamente habían deslocalizado a otros países. Las

regiones del mundo menos desarrolladas serán especialmente sensibles ante esta situación.

### SECTORES INVOLUCRADOS

El tema de la automatización inteligente es tan complejo y de tanto impacto que, de un modo u otro, todos tendremos algo que decir y hacer. En el informe ya citado del Gobierno de los EE.UU. (Lee, 2016) se indica con claridad que los responsables políticos deberían prepararse y prepararnos ante cinco efectos principales en la economía basada en la automatización inteligente:

- el crecimiento de la productividad;
- las nuevas competencias que demandará el mercado de trabajo a los trabajadores;
- el desigual impacto en función del sector de actividad, lugar, tipo de trabajo y salario y nivel de formación de los trabajadores;
- las turbulencias en el mercado de trabajo debidas a la eliminación y creación de empleos;
- y la pérdida de empleos, al menos a corto plazo.

Este informe aboga por poner en marcha estrategias para educar y preparar a los nuevos trabajadores para su ingreso en el mercado laboral, amortiguando el impacto sobre quienes pierdan sus empleos y combatiendo la desigualdad. El que a la larga la automatización inteligente provoque desempleo y desigualdad no está escrito a fuego; lo que ocurra dependerá y mucho de los gobiernos y sus políticas. No obstante, si bien este estudio no cuestiona la IA –en general la automatización inteligente– ni sus potenciales beneficios económicos, bien al contrario, sí argumenta que si bien la tecnología del siglo XIX sirvió para aumentar la

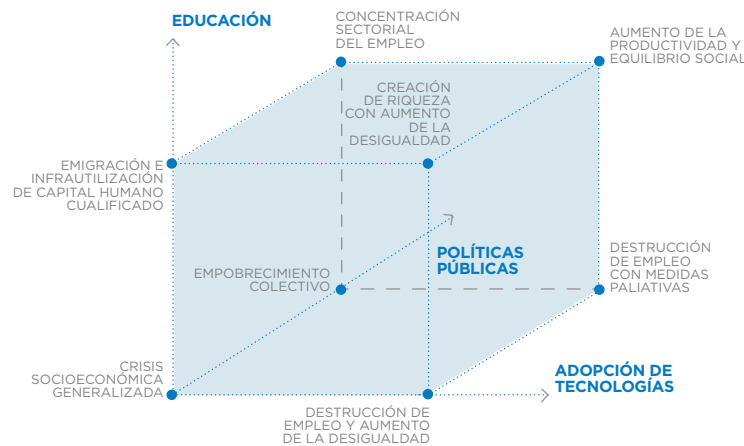
1,4%

ES LA TASA PROMEDIO  
ESPERADA DE  
INCREMENTO  
DE PRODUCTIVIDAD  
HASTA 2065

productividad de los trabajadores menos cualificados y, por tanto, su valor en el mercado laboral, en los últimos años las tecnologías aumentan la productividad y el valor de los trabajadores más cualificados y aumentan la desigualdad. Los trabajadores más beneficiados por esta nueva situación serán aquellos con especiales competencias para el razonamiento abstracto, la creatividad y la toma de decisiones.

Poco más de la mitad de los responsables de recursos humanos entrevistados por el World Economic Forum (2016) consideran que su organización está bien preparada para la situación que se avecina. Esta es la visión optimista. La pesimista es que casi la mitad cree que no es así, en particular por la dificultad de poder anticipar los cambios que están llegando, por las restricciones en recursos para acometerlos, por la visión cortoplacista en la búsqueda de beneficios y por la falta de alineamiento entre los trabajadores y la estrategia de innovación de la organización, por citar los condicionantes de mayor importancia. Por otra parte, el 65% de las organizaciones manifiesta su intención de invertir en reciclar a sus propios trabajadores como estrategia para enfrentarse al porvenir, seguida de lejos por la movilidad y rotación de trabajadores (39%), la colaboración con instituciones educativas (25%) y la apuesta por el talento femenino (25%) y

GRÁFICO 3  
EL CUBO DE LA ECONOMÍA DIGITAL



Nota: Conforme un eje se aleja del origen de coordenadas, se asume que el factor que representa se está desarrollando adecuadamente. Los vértices reflejan situaciones de especial impacto por sus consecuencias socioeconómicas.

Fuente: Elaboración propia.

extranjero (22%).

Sin duda, las empresas jugarán un papel muy importante en el proceso. No solo en cuanto a la decisión o no de aumentar su automatización, sino por cómo lo hagan, en particular en lo que afecte a sus recursos humanos. Aunque serán sobre todo las políticas públicas las que de forma generalizada amplifiquen o mitiguen los efectos negativos que pueda conllevar la automatización inteligente, los empleadores deberán comprometerse a obtener un beneficio responsable, no solo económico, que sea sensible con sus trabajadores y las personas en general.

Siendo cierto que a los ciudadanos en general –estudiantes, investigadores, profesionales de uno u otro ámbito– no se nos pueden exigir responsabilidades colectivas, sí tenemos la oportunidad y hasta la necesidad de procurar –y demandar– una buena educación y formarnos a lo largo de toda la vida. Al mismo tiempo, los investigadores y

desarrolladores de las tecnologías que sustentan la automatización inteligente debemos adquirir el compromiso ético de pensar en máquinas al servicio de la humanidad.

### LA DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA

El impacto de la automatización inteligente en un determinado entorno –en un país, por ejemplo– se verá especialmente condicionado por: la educación de la población –en particular de la población potencialmente trabajadora–; la adopción de las tecnologías que favorecen la economía digital y, en concreto, la automatización en los distintos sectores de actividad; y las políticas públicas establecidas por los gobiernos –no solo en temas regulatorios y de legislación laboral, también en temas impositivos y fiscales, prestaciones sociales, inversiones, etcétera–. En función de lo bien o mal que se actúe en cada uno de estos

tres ejes o dimensiones tendremos un escenario socioeconómico bien distinto. En el gráfico 3, se indican ocho escenarios concretos, correspondientes a los vértices del cubo definido en función de cómo se actúe en cada uno de los tres ejes citados: educación, políticas públicas y adopción de tecnologías.

Los estudios que analizan la posible pérdida de empleos que conllevará la automatización inteligente coinciden en que: esta será mayor en los trabajadores con menor cualificación; los conocimientos, competencias y habilidades que hoy requieren muchas ocupaciones y actividades no serán los mismos que se requerirán dentro de solo algunos años; y más que nunca, será imprescindible la formación a lo largo de la vida para que la vida laboral no se vea reducida rápidamente por la automatización inteligente.

Según el estudio del World Economic Forum (2016), es necesario reconsiderar en serio los modelos educativos vigentes actualmente, algo que, se sugiere, corresponde sobre todo a los gobiernos. No podemos pretender formar profesionales del siglo XXI con profesorado del siglo XX en aulas del siglo XIX.

Muchos analistas indican que para afrontar con garantías la automatización inteligente, tanto para ser capaces de incorporarla como para paliar mejor sus efectos en el desempleo, debemos intensificar la formación STEM de nuestros jóvenes. STEM es un acrónimo derivado de las iniciales en inglés de ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas (*science, technology, engineering and mathematics*).



Por supuesto, no se puede negar la importancia de esta formación entre los que serán profesionales en un futuro incluso próximo. En todo caso, hay otro STEM que tampoco deberíamos pasar por alto. Es el que hace referencia a las competencias: sociales –como la empatía, el trabajo en equipo y la interculturalidad–, técnicas –relativas a las TIC, al ejercicio de la dirección y la toma de decisiones y la expresión oral y escrita, entre otras–, ejecutivas –liderazgo, emprendimiento, autogestión– y mentales –persistencia, resiliencia, autoconocimiento, etcétera–. Este tipo de competencias serán cada vez más importantes para realizar las actividades que tardarán más tiempo en atender las máquinas. Incluso los titulados del primer STEM necesitarán de las competencias del segundo STEM para hacer bien su trabajo.

Analicemos con un poco de detalle el cubo de la economía digital (gráfico 3) y en particular sus ocho vértices. Si no se actúa en ninguna de las tres dimensiones, o no se hace adecuadamente, antes o después se acabará en una crisis socioeconómica generalizada (1). Solo un buen sistema educativo puede garantizar un capital humano bien formado y competente, pero si no se desarrollan los otros ejes, este tendrá que subemplearse o buscar un empleo acorde a su capacidad en otros lugares o países (2). Si además se produce una rápida asimilación de tecnología productiva, se podrá crear empleo altamente cualificado y riqueza, pero será a costa de un aumento de las desigualdades socioeconómicas (3). Si son la educa-

ción y las políticas públicas las que se desarrollan favorablemente, pero en ausencia de una adopción adecuada de recursos tecnológicos capaces de generar una economía competitiva a nivel general, serán solo algunos sectores menos automatizables los que podrán desarrollarse y solo temporalmente (4). En caso de que sea solo la irrupción de la tecnología la que guíe la economía, en ausencia de una adecuada formación de profesionales y de adecuadas políticas públicas regulatorias, fiscales, de acompañamiento social, tendremos una importante destrucción de empleo y un aumento de la desigualdad en la sociedad (5).

En todo caso, este escenario es altamente improbable, dado que difícilmente esta situación será atractiva para la inversión que requiere la automatización inteligente. Tener buenas políticas públicas en concurrencia con la adecuada penetración y uso de las tecnologías no evitará una destrucción importante de empleo, pero al menos cabe pensar que se podrán en prácticas medidas paliativas para el desempleo y la desigualdad social (6). De no ser así, habrá un empobrecimiento generalizado (7). Finalmente, el vértice virtuoso es aquel en el que los tres ejes se desarrollan favorable y armoniosamente (8). Es algo a lo que deben aspirar todos los pueblos, aunque el camino en general no será directo ni fácil. Es evidente que este es un análisis de algún modo superficial y, en todo caso, los vértices descritos son solo un conjunto reducido de casos frente al infinito de posibilidades. De todos modos, puede

ser de utilidad para fijar la atención en las cuestiones más relevantes y en la diversidad de situaciones a las que pueden conducir en función de cómo sean atendidas.

### LA TRAMPA DEL INGRESO MEDIO

La automatización inteligente requiere de un cambio de modelo económico y en el reparto del trabajo y de los beneficios del mismo, sea este realizado por personas o máquinas. Necesitamos una nueva economía y que sean los Estados y no los mercados quienes fijen ciertas reglas. De no ser así, la riqueza se concentrará cada vez más en unos pocos, en particular en aquellos que sean capaces de diseñar y utilizar las tecnologías que permitirán una progresiva automatización del trabajo. Los trabajadores menos cualificados perderán su empleo y tendrán muchas dificultades para reciclarse. Los más cualificados asumirán en muchos casos empleos por debajo de su teórica cualificación.

En este contexto es probable que se reduzcan los salarios aunque aumente la rentabilidad de las empresas, debido a la sobreoferta de mano de obra humana, concentrándose la riqueza en los dueños del capital financiero e industrial. Para evitar los peores escenarios es fundamental la presencia del Estado, anticipando políticas públicas adecuadas, también en la educación. Por ejemplo, Lee (2016) considera apropiadas, entre otras medidas, aquellas que incrementen los salarios, la competencia y

el poder de negociación de los trabajadores –los sindicatos, por cierto, todavía no están teniendo un papel relevante en este tema–, mejoren y modernicen las prestaciones sociales, favorezcan la formación continua y la incorporación y reincorporación de trabajadores al mercado laboral y ajusten las políticas impositivas a esta nueva economía y realidad social. Probablemente no existe una sola medida estelar y todas ellas son necesarias al unísono.

McKinsey Global Institute estima que el incremento de productividad global hasta 2065, basado en la creciente automatización de actividades, será de entre un 0,8% y un 1,4% anual. Una cifra muy superior al 0,3% que aportó el motor de vapor en el período 1850-1910, al 0,4% del período 1993-2007 merced a la irrupción de la robotización industrial, o incluso al 0,6% debido a las TIC durante el período 1995-2005.

La denominada “trampa del ingreso medio” puede suponer un estanca-

miento en la productividad en América Latina, pero hay una trampa peor, que es la de cerrar las puertas a la automatización. El fracaso de adoptar la automatización inteligente conllevaría una pérdida de competitividad en la región. Por eso, pensar que una forma de evitar los posibles problemas de la automatización inteligente es blindarse ante la penetración de estas tecnologías en el mercado laboral es como cerrar los ojos ante el ataque de un toro bravo.

La generalización de la automatización inteligente no será un proceso inmediato, pero sí imparable. Las diferentes velocidades entre países y dentro de estos provocarán desigualdades enormes, lo que reducirá la competitividad de países poco desarrollados que pretendan seguir progresando solo por su capacidad de trabajo humano o preciará el empleo en empresas que busquen competir con otras altamente automatizadas a base de reducir los salarios de sus empleados. ☁



### NOTAS

<sup>1</sup> Los principales datos derivados del estudio de Manyika et al. (2017), *A future that works: Automation, employment, and productivity, highlights several key findings*, están accesibles a través de una muy útil interfaz gráfica en <http://public.tableau.com>.

<sup>2</sup> Ver “The Scale Up Movement is Taking Off”, publicado el 13 de noviembre de 2016 en <http://linkedin.com>.

<sup>3</sup> Un estudio del Gobierno de los EE.UU. (Lee, 2016) al que luego nos referiremos, utiliza el término *AI-driven technologies* para designar a las máquinas inteligentes que permiten la automatización inteligente del trabajo.

<sup>4</sup> Watson Explorer es una plataforma de búsqueda

cognitiva y análisis de contenidos sobre grandes cantidades de información. Busca y analiza información estructurada o no, tanto en repositorios internos como externos y de dominio público, y descubre patrones y tendencias que apoyan sus procesos de toma de decisiones. <https://www.ibm.com/watson/>.

<sup>5</sup> Este estudio está basado en una extensa encuesta realizada a los responsables de recursos humanos y otros altos cargos ejecutivos y expertos de 371 de los principales empleadores mundiales, representando colectivamente a más de 13 millones de empleados de 9 sectores industriales de 15 economías desarrolladas o emergentes y áreas económicas del mundo.

### BIBLIOGRAFÍA

Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U. 2016. “The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis”. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189. París: OECD Publishing.

Barro, S., coordinador. 2015. *La transferencia de I+D, la innovación y el emprendimiento en las universidades. Educación superior en Iberoamérica. Informe 2015*. Santiago de Chile: CINDA.

Chui, M., Manyika, J. y Miremadi, M. 2016. *Where machines could replace humans—and where they can't (yet)*. McKinsey&Company, julio de 2016.

Frey, C. B. y Osborne, M. A. 2013. “The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?”. *Technological Forecasting and Social Change*. 114: 254-280.

Lederman, D., Messina, J., Pienknagura, S. et al. 2014. El

*emprendimiento en América Latina. Muchas empresas y poca innovación*. Washington DC: Banco Mundial.

Lee, K. 2016. “Artificial Intelligence, Automation, and the Economy”. Executive Office of the President of the USA, 20 de diciembre.

Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M. et al. 2017. *Harnessing automation for a future that works*. McKinsey Global Institute, enero de 2017.

McCurry, J. “Japanese company replaces office workers with artificial intelligence”. *The Guardian*. 5 de enero, 2017.

OCDE/CEPAL/CAF. 2016. *Perspectivas económicas de América Latina 2017. Juventud, competencias y emprendimiento*. París: OECD Publishing.

World Economic Forum. 2016. *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Global Challenge Insight Report, enero de 2016.



“

Necesitamos  
garantizar  
**beneficios**  
de **seguridad**  
**social** para los  
*freelancers*

”

**ALAN KRUEGER**  
Princeton University



RECONOCIDO A NIVEL GLOBAL COMO UNO DE LOS MAYORES EXPERTOS EN EL MERCADO DE TRABAJO, ALAN KRUEGER, PROFESOR EN LA UNIVERSIDAD DE PRINCETON, CREE QUE A LA LARGA LOS BENEFICIOS DE LA AUTOMATIZACIÓN SERÁN POSITIVOS. SIN EMBARGO, ADVIERTE SOBRE LA NECESIDAD DE TENER ESQUEMAS TRIBUTARIOS NACIONALES QUE NO GENEREN INCENTIVOS A LA INVERSIÓN EN CAPITAL POR ENCIMA DE LA INVERSIÓN EN EL FACTOR TRABAJO, Y SEÑALA LA NECESIDAD DE AMPLIAR LOS BENEFICIOS SOCIALES A LOS TRABAJADORES TEMPORARIOS.

### ¿Cómo afectan las tecnologías disruptivas al empleo?

Las tecnologías disruptivas, por su propia naturaleza, destruyen puestos de trabajo y empresas en un área y los crean en otra. Esta es la esencia de la destrucción creativa. El problema surge cuando los nuevos puestos de trabajo que se crean requieren habilidades muy diferentes y más avanzadas que las de aquellos puestos de trabajo que se destruyeron. Esto plantea serios desafíos y, muchas veces, penurias para los trabajadores desplazados. En un trabajo que llevé a cabo recientemente, descubrí que la mitad del crecimiento neto del empleo en Estados Unidos desde 1999 se había producido en ocupaciones nuevas. Esto refleja la importancia de contar con una economía flexible y de apoyar la innovación, así como el desafío que entraña ayudar a las personas en la transición hacia trabajos nuevos y emergentes.

### ¿Cree que la transformación digital creará más trabajos de los que destruirá?

Creo que la transformación digital mejorará la calidad de los servicios y creará nuevos servicios. Por ejemplo, la capacidad de utilizar técnicas de aprendizaje adaptativo puede mejorar el acceso a la educación y la calidad educativa en algunos campos. Del mismo modo, la inteligencia artificial y los sistemas expertos tienen un gran potencial para mejorar los diagnósticos

médicos. Quizás, en términos netos, los puestos de trabajo se reduzcan o incrementen. No estoy seguro de que sea posible predecirlo en este momento. Pero, en el largo plazo, esta tecnología debería acarrear ganancias de productividad y elevar los estándares de vida. Si estoy muy preocupado por la distribución de los puestos entre los trabajadores con distintos niveles de calificación, así como por la cantidad en sí misma de puestos de trabajo. Históricamente, a pesar del cambio tecnológico, hemos podido crear cada vez más trabajos para una población creciente. Pero el cambio tecnológico ha generado un aumento de la inequidad y ha erosionado a la clase media en muchos países.

### ¿Qué opina acerca de la economía colaborativa y la generación de empleo? ¿Exige nuevas regulaciones?

Creo que el auge del empleo en las plataformas digitales implica una oportunidad y un desafío. Seth Harris y yo formulamos una extensa propuesta de política en esta área para extender gran parte del pacto social a los trabajadores de lo que se ha dado en llamar “la economía de pequeños encargos” y, en particular, de aquellas partes que se tornan más relevantes para este segmento emergente de la fuerza de trabajo. Nuestra propuesta incluye garantizar la libertad para organizarse de forma colectiva y realizar negociaciones grupa-



TRAS DOCTORARSE EN LA UNIVERSIDAD DE HARVARD, ALAN KRUEGER COMENZÓ UNA BRILLANTE CARRERA ACADÉMICA EN LA UNIVERSIDAD DE PRINCETON, DONDE ENSEÑA DESDE 1992. EN SU ACTIVIDAD PROFESIONAL FUE ECONOMISTA JEFE DEL DEPARTAMENTO DE TRABAJO DE ESTADOS UNIDOS Y PRESIDENTE DEL CONSEJO DE ASESORES ECONÓMICOS DEL EXPRESIDENTE BARACK OBAMA. A CONTINUACIÓN SE PRESENTA UN LISTADO DE SUS PRINCIPALES PUBLICACIONES:

“MEASURING LABOR’S SHARE”. *AMERICAN ECONOMIC REVIEW*. 1999.

“TIME USE, EMOTIONAL WELL-BEING, AND UNEMPLOYMENT: EVIDENCE FROM LONGITUDINAL DATA”. *AMERICAN ECONOMIC REVIEW*. 2012.

“DISRUPTIVE CHANGE IN THE TAXI BUSINESS: THE CASE OF UBER”. *AMERICAN ECONOMIC REVIEW*. 2016.

les, derechos civiles y protección social, y mecanismos de contribución fiscal tanto para trabajadores como para los empleadores.

### ¿Puede la práctica extendida del trabajo autónomo generar un problema para la seguridad social en el futuro?

Creo que necesitamos igualarlo hacia arriba, es decir, posibilitar que los trabajadores independientes obtengan los mismos beneficios y protección que los trabajadores tradicionales, manteniendo, al mismo tiempo, la flexibilidad que proporciona el trabajo autónomo.

### ¿Considera que implementar un impuesto a los robots sería una buena idea?

Es una idea intrigante. Mi reacción inicial es que nuestro código tributario no debería favorecer la inversión en capital por encima de la inversión en capital humano. No sé si distinguiría a los robots del resto de las formas de capital para aplicar este principio. Actualmente, creo que necesitamos estudiar con detenimiento el código tributario de muchos países para asegurarnos de que la inversión en capital no esté siendo favorecida en detrimento de los trabajadores.

### ¿Es posible lograr un ingreso básico universal? ¿Es esta la respuesta a la automatización?

Hay muchísimas investigaciones en curso en esta área y sabremos mucho más al respecto en los próximos años. Mi reacción inicial es que el ingreso básico universal tiene sentido en algunos países y, potencialmente, sería una forma muy eficiente y justa para que los países ricos, las instituciones filantrópicas y los individuos transfirieran dinero hacia las poblaciones más empobrecidas o de bajos ingresos de los países en desarrollo. No estoy tan convencido de que tenga sentido en Estados Unidos, donde tendemos a atar la ayuda a los ingresos al trabajo, o para categorías de individuos que son incapaces de trabajar y ganarse la vida dignamente.

### ¿Cómo tenemos que educar a las próximas generaciones para el futuro mercado laboral?

Durante mucho tiempo, sentí que teníamos que tratar de acelerar el uso de la tecnología en la educación. Esta tecnología también entraña un enorme potencial para ayudar a los trabajadores de edades más avanzadas por medio de la educación continua y de la capacitación relacionada con sus trabajos. Me hace sentir optimista respecto del futuro. ☁️

ANÁLISIS

Irmgard Nübler  
Organización Internacional  
del Trabajo

# Transformación productiva

Oportunidades  
para países de  
ingresos medios



Las máquinas calculan, nosotros entendemos;  
ellas tienen objetividad y nosotros, pasión.

Gary Kasparov



LA INVESTIGACIÓN SE CENTRA EN EL ROL DE LOS ROBOTS INDUSTRIALES EN LA PRODUCCIÓN Y EN SUS EFECTOS SOBRE LOS PUESTOS DE TRABAJO Y EL EMPLEO. SE REVISA LA DINÁMICA RECIENTE DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y SE ADVIERTEN LAS OPORTUNIDADES QUE OFRECEN LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LOS PAÍSES EN DESARROLLO.

Desde la revolución industrial, hace 250 años, la mecanización y la automatización se han convertido en una de las principales tendencias del cambio tecnológico a largo plazo. La industrialización ha llevado la producción de los talleres a las fábricas y de los productos personalizados a los productos estandarizados, lo cual contribuyó a la automatización de las tareas humanas. La búsqueda de mercados con mayores niveles de productividad, precisión y calidad, así como las demandas políticas y sociales relacionadas con el empleo y los estándares ambientales, indujeron la exploración de nuevas tecnologías e innovaciones para desarrollar máquinas y procesos de producción cada vez más sofisticados. Los robots y la inteligencia artificial son las formas más recientes de innovación en el marco de las tendencias de automatización a largo plazo.

La Federación Internacional de Robótica define al robot industrial como “un manipulador multipropósito, reprogramable, automáticamente controlado, que se puede programar en tres o más ejes y que puede permanecer en un lugar fijo o moverse, para su uso en aplicaciones de automatización industrial” (IFR, 2016). Para Acemoglu y Restrepo (2017) los robots son máquinas completamente autónomas, “que pueden ser programadas para desempeñar distintas tareas manuales como soldar, pintar, ensamblar, manipular materiales o embalar”.

Recientemente, surgió una nue-

va generación de robots con grados crecientes de complejidad, movilidad, diversidad, conectividad y autoaprendizaje. Tienen potencial para cambiar radicalmente el futuro del empleo, tanto en términos de la cantidad como de la naturaleza del trabajo. Algunos creen que las innovaciones tecnológicas y el auge de los robots destruirán puestos de trabajo masivamente y pronostican, así, un futuro de desempleo. Otros confían en que se pondrán en marcha fuerzas creadoras de nuevos trabajos e, incluso, una edad dorada de creación de empleo de calidad. Este optimismo se basa en la experiencia histórica, que demuestra que las fases iniciales de destrucción del empleo eventualmente estuvieron seguidas por fuertes procesos de creación de empleo (Mokyr, Vicickers y Ziebarth, 2015; Pérez, 2016). Una de las cuestiones centrales en los países desarrollados es, por lo tanto, si la ola de robotización actual, después de una fase de destrucción de puestos de trabajo, generará, una vez más, un proceso sostenido de creación de empleo. Otro tema sumamente relevante es cómo las políticas pueden apoyar este proceso para satisfacer las aspiraciones de las sociedades.

Si bien el debate actual acerca de la robotización y el empleo se centra principalmente en los países desarrollados, que son los principales impulsores de la investigación y el desarrollo (I+D) y de la producción de estas nuevas tecnologías, los robots también afectarán el futuro del trabajo en los países emergen-

tes y en desarrollo. Las economías en desarrollo están integradas en sistemas productivos y mercados internacionales y, en consecuencia, las tecnologías robóticas pueden afectar a estos países, ya sea creando nuevas oportunidades de desarrollo industrial o generando el riesgo de perder actividades manufactureras. Esto implica que el interrogante es si las tecnologías robóticas limitarán o ampliarán el potencial para alcanzar a los países desarrollados en términos de productividad y empleo.

## LA DISTRIBUCIÓN ENTRE PAÍSES

La mayoría de los robots se encuentran instalados en países desarrollados (80%) y están altamente concentrados en la industria manufacturera; por su parte, los robots de servicios surgieron más recientemente. En 2015, la cantidad de robots industriales operativos a nivel mundial en los 50 países para los cuales se dispone de datos era de 1.631.650, de los cuales 1.393.646 pertenecían a la industria manufacturera (IFR, 2016). Esto implica que tanto el nivel de ingresos como la estructura económica reflejan la capacidad de un país para desplegar robots.

El gráfico 1 muestra diferencias significativas entre los países en términos de densidad de robots, medidos como la cantidad de robots industriales cada 100 trabajadores manufactureros. Mientras que el gráfico 1.A muestra los países con densidades de robots relativamente bajas en la industria manufacturera ( $RDm < 0,5$ ), el gráfico 1.B muestra datos para los países con densidades relativamente altas ( $RDm > 0,5$ ). En 2014, la densidad robótica más alta de la industria manufacturera fue la que alcanzó Corea, seguida por Japón, Alemania, Suecia, Singapur, Dinamarca, Estados

# +200

ROBOTS POR CADA  
10.000 TRABAJADORES  
INDUSTRIALES TIENEN  
SOLO COREA, JAPÓN,  
ALEMANIA Y SUECIA

Unidos y una serie de países europeos. Cabe destacar que, en 2014, los tigres asiáticos —Corea, Singapur, Hong Kong y Taiwán— estaban entre los países con mayores densidades robóticas.

Resulta sorprendente ver las diferencias de densidad ( $RDm$ ) existentes entre los países desarrollados y los de ingresos medios, pero también entre las regiones en desarrollo. La mayoría de los países desarrollados tienen una densidad robótica cercana a 1 o, incluso, mayor; mientras que los países en desarrollo tienen una  $RDm$  que se ubica bien por debajo de 0,2, a excepción de Tailandia, Malasia y China, que alcanzaron densidades superiores a 0,2. Los países con niveles de  $RDm$  superiores a 0,2 parecen ser aquellos con alto potencial para alcanzar al resto, ya que han demostrado capacidad de innovación, aunque aún no pudieron explotarla totalmente. Asimismo, si observamos a los llamados BRICS —Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica—, notamos que todos tenían densidades robóticas bajas ( $RDm < 0,1$ ) en 2008. Si bien Sudáfrica logró cierto incremento de su  $RDm$ , China fue la única que cumplió con sus promesas y alcanzó una  $RDm$  superior a 0,2.

Los países también difieren significativamente en cuanto al crecimiento de sus densidades de robots entre 2008 y 2014. Como indican los números que se muestran arriba de las barras

azules del gráfico 1, los países desarrollados reflejaron un cambio porcentual de la densidad robótica menor. Estos países, con altos niveles salariales, compiten en las tecnologías de vanguardia, y su búsqueda de mayores niveles de productividad trajo aparejados altos niveles de robotización en el pasado. En Japón, la densidad robótica incluso disminuyó. Resulta interesante que los tigres asiáticos en gran medida se hayan emparejado en cuanto a sus RDM con los países desarrollados más “antiguos”, como muestran las tasas de crecimiento relativamente altas de su RDM observadas entre 2008 y 2014.

que desencadena un proceso dinámico de destrucción creativa. Los nuevos paradigmas tecnológicos vienen en oleadas que tienen diferentes fases, y este proceso destruye puestos de trabajo en la primera fase, pero también crea nuevos trabajos en las fases subsiguientes. La historia nos permite comprender que las consecuencias de los cambios tecnológicos que entrañan mejoras de productividad acompañadas por destrucción de puestos de trabajo desencadenan procesos de ajuste. Estos generan nuevos trabajos, porque expanden la producción y generan nuevas actividades económicas, productos e industrias (Pérez, 2016).

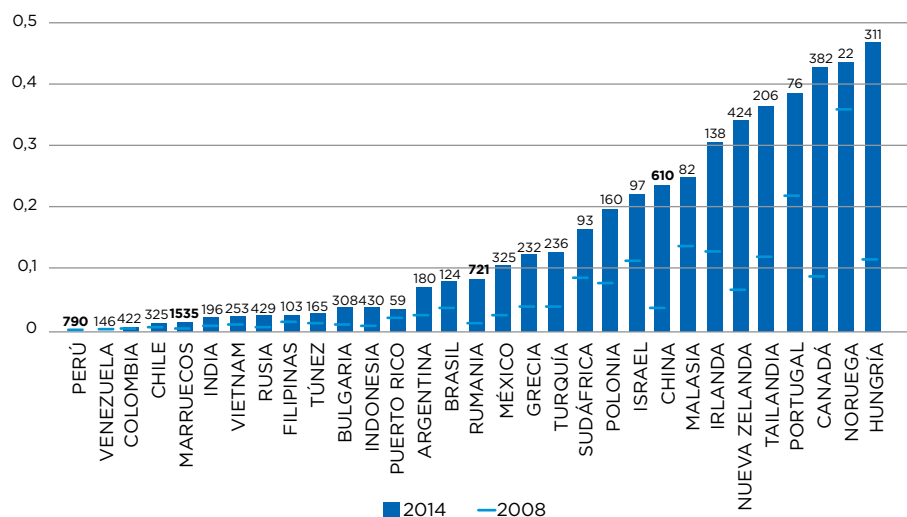
Los primeros robots industriales se instalaron en fábricas en los años 1960. La automatización controlada por computadoras desempeñó tareas rutinarias, pesadas y peligrosas, y fue adoptada, principalmente, por las industrias automotrices, químicas y de metales básicos.

### DESTRUCCIÓN CREATIVA

La experiencia histórica muestra que el cambio tecnológico es un proceso evolutivo complejo, no lineal y costoso,

GRÁFICO 1  
DENSIDAD ROBÓTICA EN DISTINTOS PAÍSES EN 2008 Y 2014

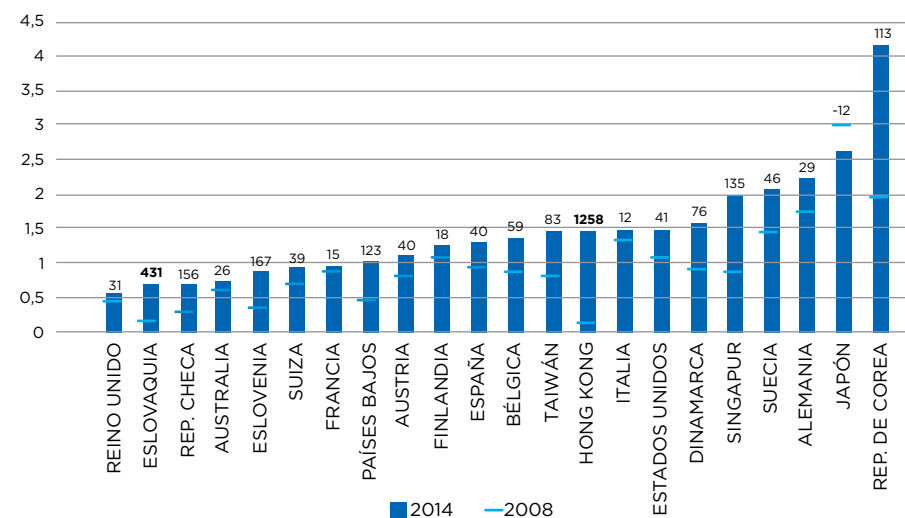
A: PAÍSES CON DENSIDAD BAJA



Fuente: Federación Internacional de Robótica (2016).

DENSIDAD ROBÓTICA EN DISTINTOS PAÍSES EN 2008 Y 2014

B: PAÍSES CON DENSIDAD ALTA



Fuente: Federación Internacional de Robótica (2016).

Los procedimientos operativos fueron estandarizados, codificados y cifrados por medio de algoritmos y luego fueron llevados a cabo por la robótica. A principios de la década de 1970, la introducción de los microprocesadores y el creciente poder de cómputo dieron lugar a un nuevo paradigma tecnoeconómico, con robots que también podían simular tareas manuales no rutinarias y tareas cognitivas (Autor, Levy y Murnane, 2003). Los robots de última generación son móviles, autónomos y están dotados de autoaprendizaje. Combinan una multiplicidad de nuevas tecnologías. El invento de los más avanzados sensores láser, infrarrojos y ultrasónicos y tecnologías de imágenes, los algoritmos cada vez más complejos y que se optimizan, así como el crecimiento exponencial de las capacidades de procesamiento de datos expandirán el abanico de funciones que los robots y la inteligencia artificial pueden desempeñar.

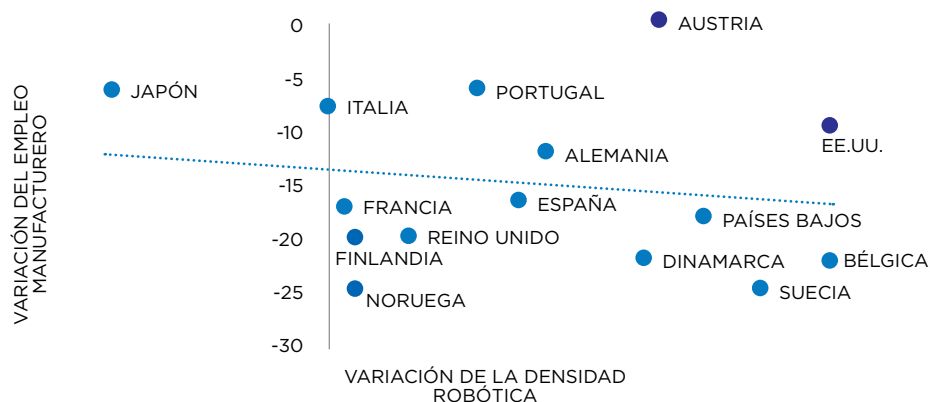
Esta nueva generación de robots continuará destruyendo puestos de trabajo, posiblemente, a gran escala. Es difícil predecir la magnitud de la destrucción de empleo en el futuro cercano porque depende de la factibilidad técnica de automatizar las tareas, de factores económicos –como los precios de los robots y los salarios–, de que los emprendedores descubran nuevas “oportunidades explotables” para utilizar estos robots, de la deseabilidad social, así como del marco regulatorio y político. Se han hecho, no obstante, algunos intentos de estimación. Mientras que Frey y Osborne (2013) exploraron la facilidad técnica de la automatización de las ocupaciones y estimaron que, potencialmente, casi la mitad de los empleos estadounidenses podrían estar en riesgo, los críticos argumentan que las tareas varían dentro de ciertas ocupaciones y que, si bien algunos puestos pueden desaparecer, otros sim-

plemente cambiarán (Autor y Handel, 2013). Estos estudios hallaron riesgos de pérdida de puestos de trabajo significativamente menores (Arntz, Gregory y Zierahn, 2016). Incluso, los nuevos tipos de robots complementarán –en vez de sustituir– a los seres humanos en sus tareas. Colaborarán con los trabajadores en empresas grandes, medianas y pequeñas, hasta en tareas especializadas o nichos de mercado. Estos robots colaborativos, llamados “cobots”, operan codo a codo con los trabajadores y, cuando reemplazan a los grandes robots industriales –por ejemplo, cuando los productos se vuelven más personalizados–, llegan a crear nuevos puestos de trabajo. Estas nuevas tendencias se observan en las fábricas automotrices de Alemania, donde Mercedes, BMW y Audi prueban cobots para producir modelos de alta gama individualizados (Behrwald y Rauwald, 25 de febrero de 2016).

Si bien la preocupación principal en el debate acerca de los robots es tratar de predecir la magnitud de la pérdida

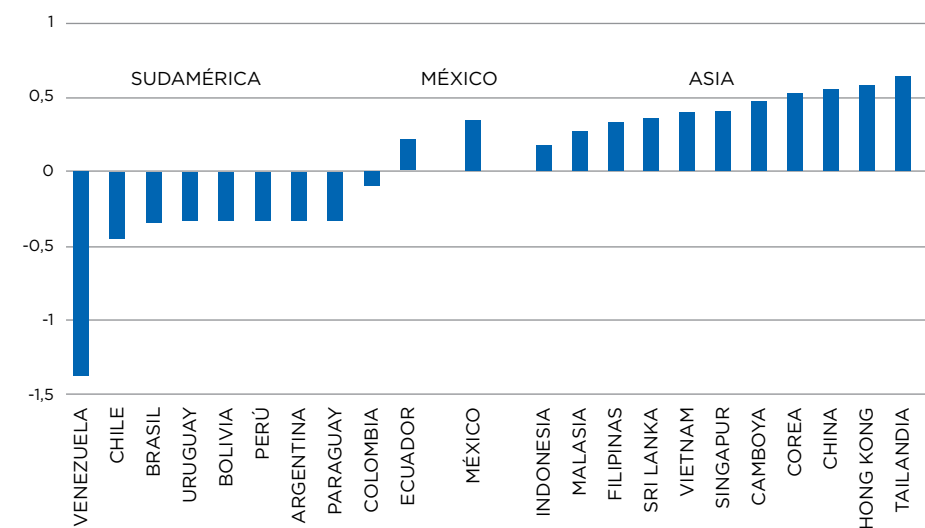
de puestos de trabajo, puede ser más importante entender qué impacto tendrán las tecnologías robóticas sobre la creación de empleo y, en particular, de mejores empleos. Los economistas discuten una amplia gama de efectos (para una reseña general, ver Nübler, 2016). Los robots pueden incrementar la productividad, y el alcance de la creación de empleo está determinado por la forma en que este incremento se distribuye entre los distintos grupos dentro de la sociedad. El *quid* de la cuestión es que los puestos de trabajo se crean a través de una expansión de la producción, ya sea en las industrias existentes o por medio de la creación de nuevos productos y actividades. Sin embargo, estos efectos no son automáticos. Los nuevos puestos de trabajo solo pueden crearse cuando las ganancias de productividad se distribuyen en forma de salarios más altos o precios más bajos. Esto incrementa el poder adquisitivo y la demanda. Otra forma de compartir las ganancias de productividad es mediante la reducción de la jornada la-

GRÁFICO 2  
VARIACIÓN DE LA DENSIDAD ROBÓTICA (CANTIDAD DE ROBOTS CADA 10.000 TRABAJADORES MANUFACTUREROS) Y CAÍDA DEL EMPLEO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA (COMO PORCENTAJE DEL EMPLEO TOTAL), EN PORCENTAJES, 2008-2014



Fuente: Base de datos Modelos econométricos de tendencias, OIT (noviembre de 2016); IFR (2016).

GRÁFICO 3  
VARIACIÓN DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA EN LOS PAÍSES DE LATINOAMÉRICA Y ASIA, 1998-2008



Fuente: Observatorio Complejidad Económica (2017).

boral. Si esto se combina con mayores ingresos, impulsa industrias nuevas en sectores de bienes y servicios relacionados con el ocio, como los deportes, la salud, la recreación, el turismo, la música, etcétera. Al mismo tiempo, las empresas necesitan traducir los incrementos de productividad y las ganancias en inversiones.

Por otro lado, se desencadenarán efectos complementarios en las industrias de bienes de capital y consumo. Los robots que desplazaron a los trabajadores en las industrias usuarias generaron demanda de trabajadores en las industrias productoras. Los nuevos robots y máquinas de aprendizaje necesitan ser desarrollados, diseñados, contruidos, mantenidos y reparados, y requieren el desarrollo de programas informáticos y algoritmos cada vez más complejos. Asimismo, los efectos compensatorios pueden generar puestos de trabajo. Por

ejemplo, el uso de los cajeros automáticos destruyó puestos de trabajo, pero los bancos expandieron la cantidad de sucursales para seguir manteniendo relaciones con los clientes, lo cual generó nuevos puestos de trabajo. Los efectos derrame de la industria robótica pueden generar nuevos productos en otras industrias. Por ejemplo, Michelin integró sensores a los neumáticos y, de ese modo, está recolectando vastas series de datos que permiten el establecimiento de un modelo de negocios que combina la fabricación con los servicios (Nübler, 2016).

Finalmente, las tecnologías robóticas cambian la naturaleza de los trabajos, incrementan la complejidad de los perfiles de tareas y, por tanto, las habilidades requeridas de las personas para desempeñarse en estos nuevos trabajos. La “paradoja de la automatización” es que requiere personas altamente

capacitadas, bien entrenadas y con mucha práctica para hacer resilientes a los sistemas y actuar como la última línea de defensa contra fallas que inevitablemente ocurrirán (Baxter *et al.*, 2012). Por consiguiente, los ecosistemas de aprendizaje innovador crearán empleos para los docentes, instructores y capacitadores. De hecho, los pedagogos, los expertos en *software* y los ingenieros tendrán que desarrollar nuevos enfoques de enseñanza y capacitación, por ejemplo, basados en inteligencia artificial.

Esto plantea el interrogante acerca de si el incremento de la densidad de robots industriales se refleja en los cambios en el empleo neto en la industria manufacturera. Resulta interesante que no se ha encontrado ninguna relación estadística fuerte entre el crecimiento de la densidad de robots y la pérdida de puestos de trabajo en la industria manufacturera, como puede apreciarse en el gráfico 2. A pesar del hecho de que Austria, Estados Unidos y Alema-

nia muestran los mayores incrementos de densidad de robots durante el período posterior a la crisis de 2008, estos países perdieron significativamente muchos menos puestos de trabajo en la industria manufacturera (como porcentaje del empleo total) que el Reino Unido, Noruega, Finlandia y Francia, es decir, países con niveles de crecimiento de la densidad robótica mucho menores en el mismo período.

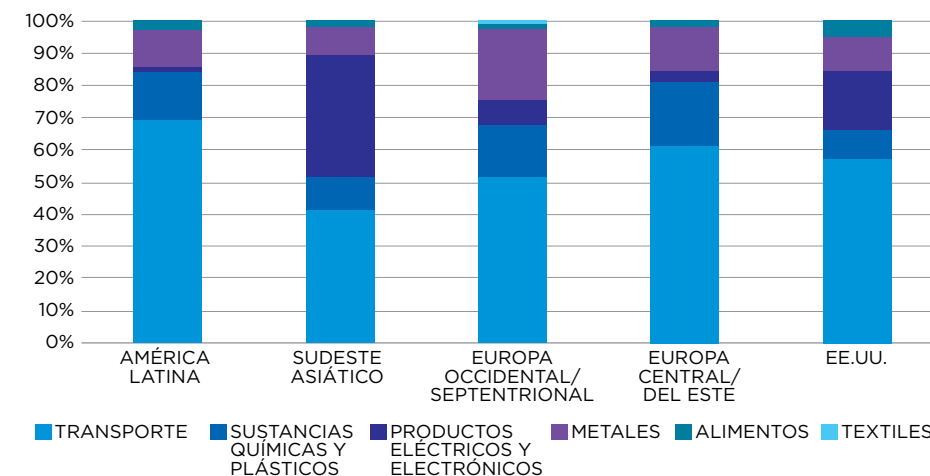
Estos hallazgos muestran que los países desarrollados no solo difieren en la robotización, sino también en sus capacidades para manejar los procesos de ajuste y generar aquellos cambios en las estructuras económicas y sociales que son cruciales para pasar a la fase de creación de empleo. Los mercados por sí solos no pueden lograr los procesos de ajuste tendientes a crear nuevos puestos de trabajo a escala masiva, ya que estos requieren cambios transformativos de las estructuras industriales, de producción y de consumo. A su vez, di-

CUADRO 1  
INTENSIDAD ROBÓTICA POR INDUSTRIA A NIVEL MUNDIAL

INDUSTRIA	INTENSIDAD ROBÓTICA (CANTIDAD DE ROBOTS POR MILLÓN DE HORAS TRABAJADAS EN LA INDUSTRIA), 1993	VARIACIÓN DE LA INTENSIDAD ROBÓTICA, 1993-2007
EQUIPOS DE TRANSPORTE	5,36	8,07
METALES	2,37	1,67
PRODUCTOS QUÍMICOS	1,16	3,33
PRODUCTOS ELECTRÓNICOS	0,95	1,32
PRODUCTOS DE MADERA	0,77	0,84
PRODUCTOS ALIMENTICIOS	0,34	1,21
TEXTILES	0,12	0,30
PAPEL	0,06	0,14

Fuente: Graetz y Michaels (2015).

GRÁFICO 4:  
DISTRIBUCIÓN DEL STOCK DE ROBOTS ENTRE INDUSTRIAS, POR REGIÓN, 2014



Fuente: Federación Internacional de Robótica (2016).

cho proceso requiere transformaciones sociales que generan nuevas demandas sociales y nuevas habilidades sociales. Por lo tanto, aunque la destrucción de empleo sea el efecto directo de la instalación de robots, la dinámica de la creación de empleo no constituye una cuestión tan técnica, sino, sobre todo, social y política (Nübler, 2016).

### PAÍSES DE INGRESOS MEDIOS

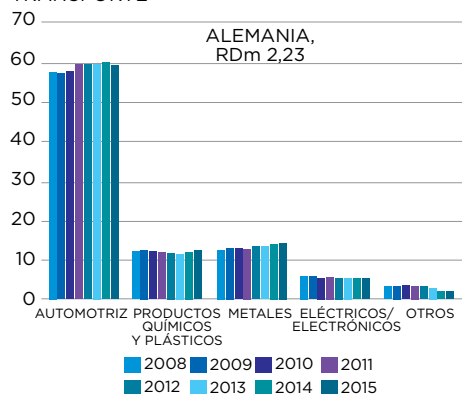
Mientras el debate sobre el futuro del empleo se centra principalmente en los países desarrollados, las economías en desarrollo –y, en particular, los países de ingresos medios– tienen potencial para beneficiarse de las nuevas tecnologías robóticas emergentes. La economía del desarrollo resalta la transformación estructural, diversificación y creciente complejidad de los productos como los principales impulsores de un proceso de desarrollo económico rápido y sostenido. La evidencia de países

que lograron converger con el resto, en particular, de los tigres asiáticos, así como las reflexiones que nos brindan los economistas evolucionistas y estructuralistas, sugieren que los países exitosos en términos de crecimiento del empleo y la productividad serán aquellos que diversifiquen su producción en productos más complejos, industrias con altos niveles de innovación y potencial de aprendizaje y sectores con alta elasticidad de la demanda interna y externa (Cimoli, Dosi y Stiglitz, 2009; Hausmann *et al.*, 2013; Salazar-Xirinachs, Nübler y Kozul-Wright, 2014).

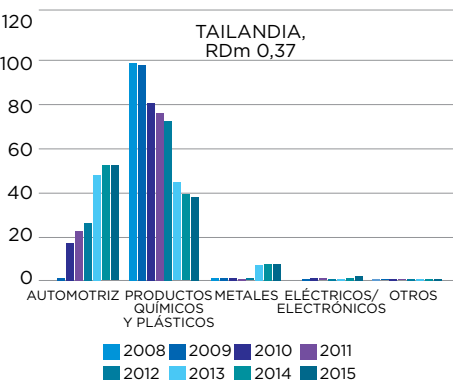
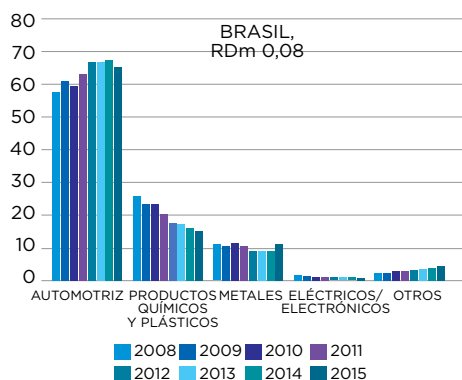
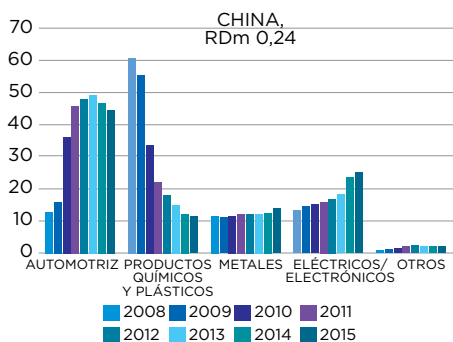
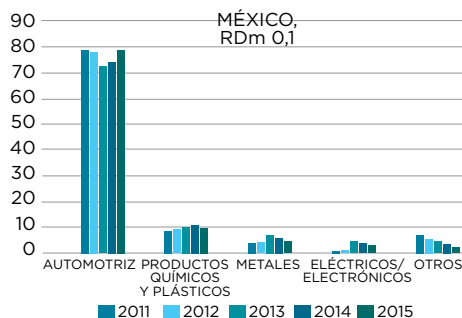
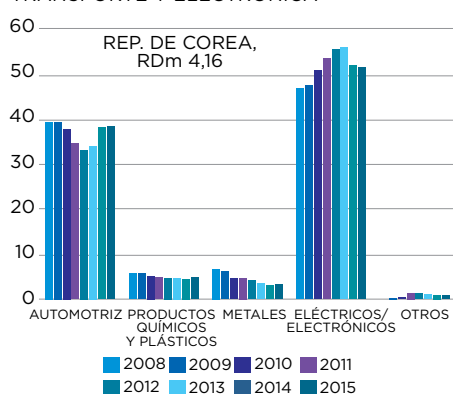
Asimismo, Pérez y Soete (1988) sugieren que los períodos de cambio tecnológico abren “ventanas de oportunidades” para los países en proceso de convergencia. Estos países podrán beneficiarse de las oportunidades que les permitan desarrollar las habilidades necesarias para transferir tecnologías, imitar, innovar y aprender a competir. La razón es que transferir tecnología a una empresa local no es lo mismo que transferir un producto físico. Se trata,

GRÁFICO 5: DINÁMICA DE LA VARIACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS STOCKS DE ROBOTS ENTRE LAS DISTINTAS INDUSTRIAS INTENSIVAS EN ROBOTS (EN PORCENTAJE), EN PAÍSES SELECCIONADOS, 2008-2015

COLUMNA 1: PAÍSES QUE CONCENTRAN ROBOTS EN LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE



COLUMNA 2: PAÍSES QUE CONCENTRAN ROBOTS EN LAS INDUSTRIAS DEL TRANSPORTE Y ELECTRÓNICA



Fuente: Federación Internacional de Robótica (2016).

fundamentalmente, de un proceso de aprendizaje. Al acumular competencias y conocimientos sectoriales específicos en actividades basadas en tecnologías relativamente bajas dentro de un sector particular, los trabajadores y las empresas pueden desarrollar la capacidad de diversificarse gradualmente hacia actividades más sofisticadas y que implican tecnologías más avanzadas, lo cual, a su vez, les brinda más oportunidades de aprendizaje. Gracias a la creciente diversificación y complejidad de la base de conocimiento y de las competencias de los trabajadores y las empresas, eventualmente podrán aprovechar las oportunidades que surgen de las nuevas tecnologías de punta emergentes. Por ejemplo, Corea ingresó a la industria automotriz en la década 1960 y, cuando se introdujeron las nuevas tecnologías robóticas (CAD) en las fábricas europeas de automóviles, las firmas coreanas pudieron adoptar esta tecnología, aprender a competir y, eventualmente, desarrollar una industria automotriz nacional.

La última ola de robotización en los países asiáticos de ingresos medios sugiere que estos países se beneficiaron de las ventanas de oportunidades que surgieron con la nueva ola de robots digitales y cadenas globales de valor (CGV), en las décadas de 1990 y 2000. Estos países atrajeron tareas en las CGV, los trabajadores y firmas acumularon habilidades a través del aprendizaje y la experiencia y, eventualmente, pudieron instalar tecnologías robóticas y producir tanto bienes intermedios más complejos como productos finales. La experiencia en los países latinoamericanos de ingresos medios fue fundamentalmente diferente. Estos siguieron una estrategia basada en los recursos para integrarse a las CGV, abandonaron la producción de bienes industriales y perdieron complejidad económica.

El gráfico 3 muestra los cambios de complejidad económica en estas dos regiones. El índice de complejidad económica (ICE) fue desarrollado por Hausmann *et al.* (2013) para medir la sofisticación de los productos de exportación de un país. Entre 1998 y 2008, la complejidad económica cayó en todos los países sudamericanos (excepto en Ecuador), al tiempo que se incrementó en México y en los países asiáticos de ingresos medios. Estas diferentes tendencias de la complejidad económica dieron origen a una densidad robótica relativamente alta en los países del Este y del Sudeste Asiático y a una densidad muy escasa en los de Sudamérica en 2008.

Resulta interesante notar que, si bien los países de ambas regiones mostraron altas tasas de crecimiento de la densidad robótica entre 2008 y 2014, también evidenciaron diferencias significativas en cuanto a la estructura sectorial de la robotización. El cuadro 1 nos muestra que las industrias difieren sustancialmente en sus niveles de intensidad robótica y que los equipos de transporte son, por mucho, el sector más intensivo en robots, seguidos por los productos químicos y plásticos, eléctricos y electrónicos y metálicos. Por el contrario, los textiles, calzado, madera y muebles, y la industria del papel muestran un uso muy exiguo de robots en la producción. Esto implica que el patrón de cambio estructural es relevante para el potencial de un país de incrementar su densidad robótica, productividad y complejidad.

El gráfico 4 muestra cómo cada región distribuyó su stock de robots entre las distintas industrias. Los países de ingresos medios del Sudeste Asiático tienen proporciones relativamente altas de robots en las industrias del transporte (por ejemplo, en la de automóviles) y en las electrónicas. Las propiedades de estas industrias brindan grandes oportu-



11,7%

ES LA PARTICIPACIÓN  
PROMEDIO DEL  
EMPLEO INDUSTRIAL  
EN LAS PRINCIPALES  
ECONOMÍAS DE ALC

tunidades de convergencia en términos de complejidad económica. De hecho, ambas industrias tienen una demanda elástica, están altamente fragmentadas y su producción se lleva a cabo en CGV. América Latina y los países de Europa Central y del Este, por el contrario, concentran la mayor parte de sus robots en las industrias del transporte. Estados Unidos es la única región que también desarrolló una participación significativa de robots en las industrias eléctricas y electrónicas. Es sumamente interesante observar que México es el único país latinoamericano que pudo acumular cierta participación de sus robots en la industria electrónica (ver gráfico 5).

Estos hallazgos sugieren que el auge de los sistemas globales de producción y la creciente demanda mundial de productos electrónicos abrieron ventanas de oportunidad para que los países en desarrollo se diversificaran y logaran equipararse en sus niveles de densidad robótica y complejidad económica. La industria asiática de bajos costos fue la que logró desarrollar sus habilidades para actividades en el sector electrónico, desarrollarse como el principal productor de electrónica y hacer que la cadena de suministro se volcara a los países de la ASEAN.

El gráfico 5 complementa este análisis y muestra, para países seleccionados, la dinámica de la variación de la distribución de los stocks de robots entre las distintas industrias intensivas

en robots. Mientras que en los países industrializados, como Alemania y Corea, la variación de la distribución de robots desde 2008 se muestra relativamente poco dinámica, los países de ingresos medios sí se ven más dinámicos. No obstante, si comparamos las columnas 1 y 2, vemos que los países asiáticos de mejor rendimiento -China y Tailandia- exhiben una dinámica significativamente mayor cuando se los compara con los países latinoamericanos de mayor rendimiento -Brasil y México-.

La magnitud de los cambios observados en la distribución relativa de robots entre industrias es extremadamente alta en China y Tailandia. En China, la cantidad absoluta de robots se incrementó rápidamente en todas las industrias intensivas en robótica. Sin embargo, la participación de robots en la industria automotriz aumentó de un modo aún más extraordinario, mientras que en las industrias del metal y electrónicas lo hizo en mucho menor medida, lo que se ve también reflejado en la rápida caída de la participación de robots en la industria del plástico. Tailandia parece seguir la misma dinámica. En otras palabras, puede concluirse que los países asiáticos de ingresos medios pudieron lograr dicha dinámica de acumulación de robots en las diferentes industrias gracias a las habilidades que desarrollaron durante el período de complejidad económica creciente (las décadas de 1990 y 2000).

Lo más importante aquí es qué impacto tuvieron estas dos estrategias diferentes sobre el empleo de la industria manufacturera. El gráfico 6 muestra que este (como porcentaje del empleo total) cayó en todos los países de la región latinoamericana para los cuales se cuenta con datos sobre robótica. La participación promedio en estos países se redujo de un 14,7% en el año 2000 hasta un 11,7% en 2015. Por el contrario,

la participación promedio del empleo en la industria manufacturera asiática se mantuvo sin cambios, en niveles del 13,4 y 13,3, respectivamente. Si bien la participación del empleo manufacturero disminuyó en China, Malasia y Filipinas, esta se incrementó en Tailandia, Vietnam e Indonesia. Este fenómeno se explica, entre otros, por las habilidades que habían acumulado en los años 1990 y 2000, lo que les permitió un cambio hacia tareas más intensivas en robots dentro de los distintos sectores.

### DISRUPCIÓN Y CONVERGENCIA

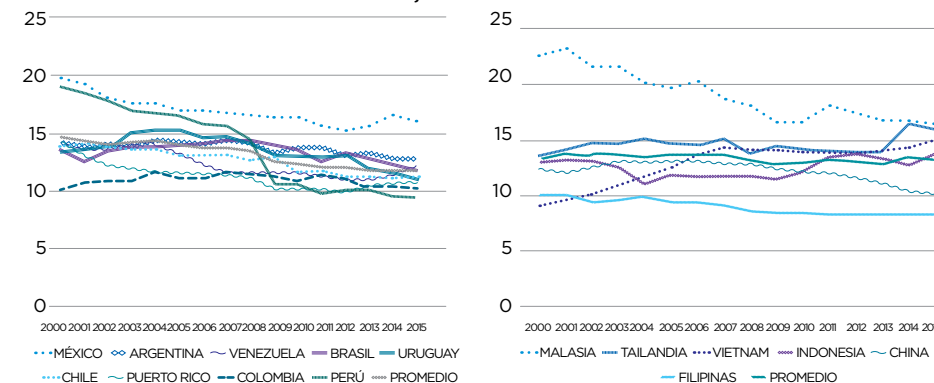
La innovación en las tecnologías robóticas y la amplia difusión de los robots en la producción no solo destruirán puestos de trabajo, sino que tendrán una miríada de efectos sobre las economías y las sociedades. Tienen potencial para generar productividad, ingresos y desempleo, incrementar la complejidad de las habilidades, polarizar los trabajos y agravar la inequidad. Estos efectos dan lugar a que haya ganadores y

perdedores, y posiblemente amenacen la cohesión social. Al mismo tiempo, los mercados siempre encuentran mecanismos para ajustar, expandir y crear nuevos puestos de trabajo, ya que los emprendedores creativos utilizan las nuevas tecnologías robóticas para desarrollar bienes y servicios nuevos y, en los países en desarrollo, crean actividades en sectores intensivos en robots de modo de lograr la convergencia y generar puestos de trabajo productivos.

Este proceso de destrucción creativa, reflejado en el ajuste, diversificación y transformación estructural, es complejo, costoso e incierto, y no pueden lograrlo los mercados por sí solos. Los gobiernos necesitan diseñar paquetes de políticas integrales y desarrollar instituciones nuevas, que deben tener en cuenta las condiciones específicas de cada país y las aspiraciones de sus sociedades. El mensaje fundamental es que el futuro del trabajo no es determinista; es necesario darle forma y ello requiere la participación de las fuerzas económicas, sociales y políticas.

En primer lugar, los robots tienen

GRÁFICO 6  
VARIACIÓN DEL EMPLEO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA, COMO PORCENTAJE DEL EMPLEO TOTAL (%), EN PAÍSES DE INGRESOS MEDIOS DEL SUDESTE ASIÁTICO Y SUDAMÉRICA, 2000-2015



Fuente: Base de datos Modelos econométricos de tendencias, OIT (noviembre de 2016).

efectos disruptivos en los mercados de trabajo y las sociedades y, por lo tanto, los responsables de políticas enfrentan el desafío de facilitar y gestionar los procesos de ajuste necesarios para mitigar dichos efectos. Si bien algunos trabajadores pueden salir ganando de la robotización, otros tienen que sobrellevar el peso de perder el empleo, ver disminuir sus salarios o sufrir el deterioro de sus condiciones de trabajo. La justicia social requiere políticas que logren el equilibrio entre los que ganan y los que pierden. Asimismo, las políticas activas sobre el mercado de trabajo tienen que apoyar a los trabajadores para que puedan desplazarse hacia nuevos puestos y mejorar sus posibilidades de empleo. La protección social les permite buscar nuevos empleos productivos, invertir en habilidades y mantener la demanda de consumo. En este contexto, se plantea la discusión de una renta básica universal como medida política compensatoria. Además, las políticas fiscales pueden ayudar a mitigar los efectos disruptivos de la rápida robotización, desacelerando el desplazamiento de los puestos de trabajo y proporcionando tiempo y espacio para el aprendizaje y el ajuste. Un instrumento posible, que se halla en discusión, es imponer tributos sobre los robots.

En segundo lugar, los responsables de políticas tienen que manejar la dinámica de la transformación productiva y del proceso de creación de empleo. Las tecnologías robóticas brindan posibilidades para que los emprendedores creativos inventen y diseñen productos nuevos, y abren una ventana de oportunidades para que las empresas de los países en desarrollo logren la convergencia a través de industrias intensivas en robots. Si bien las fuerzas del mercado pueden desempeñar una función importante en este proceso, es necesario fortalecerlas, coordinarlas y apoyarlas por medio de políticas e instituciones.

Las “nuevas” políticas industriales, si están debidamente diseñadas e implementadas, mejoran la dinámica de las innovaciones de productos, generan nuevos puestos de trabajo productivos en industrias intensivas en robots y crean empleo. Las políticas también pueden financiar I+D para apoyar el diseño de robots colaborativos e innovadores, que puedan ser explotados por los sectores más artesanales para producir bienes y servicios personalizados.

Las políticas fiscales y salariales también desempeñan un papel fundamental, ya que tienen que asegurar que las ganancias de productividad que entraña la robotización se distribuyan de un modo que refuerce los procesos de ajuste creadores de empleo. Deben incrementar la demanda logrando que las ganancias de productividad se traduzcan en salarios más altos, precios más bajos o disminución de la jornada laboral. Cuando las mayores ganancias se invierten en I+D y nuevos tipos de robots, se crean puestos de trabajo en las industrias del *software* y de bienes de capital. Si las políticas fiscales distribuyen los mayores niveles de productividad hacia los emprendedores creativos, apoyarán las inversiones en empresas emergentes y en nuevos modelos de negocios que exploten los macrodatos y la inteligencia artificial.

Por último, así como la instalación, uso y mantenimiento de robots en una empresa requiere que haya trabajadores calificados, en particular, en los niveles de ocupación medios, la diversificación hacia nuevos productos e, incluso, nuevas industrias, requiere un amplio abanico de competencias a nivel individual, de firma y social. Estas habilidades sociales o colectivas le permiten a un país motorizar y gestionar cambios transformativos. Dichas habilidades dinámicas se plasman particularmente en las instituciones formales e informales

que guían opciones individuales y organizacionales, actitudes y desempeños, así como en una combinación particular de conocimientos técnicos, vocacionales y culturales, actitudes, mentalidades y sistemas de creencias de una sociedad. La evidencia sugiere que aquellos países en desarrollo que hayan desarrollado el conjunto de habilidades apropiado podrán aprovechar las oportunidades que surgen de los nuevos robots autónomos, colaborativos y de aprendizaje. Esto les plantea un desafío a los responsables de gobernar, quienes deben diseñar políticas y desarrollar instituciones que promuevan a las pymes, así como el aprendizaje tecnológico en las empresas, la I+D, el trabajo artesanal y el espíritu emprendedor.

La educación, la capacitación y el aprendizaje en el lugar de trabajo son

cruciales, ya que son los principales determinantes de la base de conocimiento de una sociedad y de sus habilidades sociales. Las políticas destinadas a la educación y la capacitación tienen que ir más allá de la mejora de los niveles educativos. Tienen que centrarse en construir una estructura de conocimiento diversa y compleja en la fuerza de trabajo, así como actitudes y mentalidades que les permitan a las firmas innovar en las nuevas tecnologías robóticas y generar puestos de trabajo productivos y dignos. Las instituciones de diálogo social tendrán una importancia fundamental, ya que son las que pueden ayudar a forjar un nuevo consenso en la sociedad respecto del futuro del trabajo y de las alternativas sociales y políticas que le darán forma a la transición hacia este nuevo escenario futuro. ☁

#### BIBLIOGRAFÍA

- Acemolgu, D. y Restrepo, P. 2017.** “Robots and jobs: Evidence from US Labour Markets”. NBER Working Paper No. 23285 Cambridge: NBER.
- Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U. 2016.** “The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis”. OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189. París: OECD Publishing.
- Autor, D. y Handel, M. 2013.** “Putting tasks to the test: Human capital, job tasks, and wages”. *Journal of Labor Economics*. 31 (1): 59-96.
- Autor, D. H., Levy, F. y Murnane, R. J. 2003.** “The skill content of recent technological change: An empirical exploration”. *The Quarterly Journal of Economics*. 118 (4): 1279-1333.
- Behrwald, E. y Rauwald, C.** “Mercedes boots robots from the production line”. Bloomberg. **25 de febrero, 2016.**
- Cimoli, M., Dosi, G. y Stiglitz, J. E., editores. 2009.** *Industrial policy and development: The political economy of capabilities accumulation*. Nueva York: Oxford University Press.
- Federación Internacional de Robótica (IFR). 2016.** “World Robotics and Industrial Robots Report”. Disponible en: <https://ifr.org>.
- Frey, C. B. y Osborne, M. 2013.** “The future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?”. Working Paper. Oxford Martin School.
- Graetz, G. y Michaels, G. 2015.** “Robots at Work”. IZA Discussion Papers No. 8938. Bonn: Institute for the Study of Labor (IZA).
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S. et al. 2013.** *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. Cambridge: CID-Harvard.
- Mokyr, J., Vickers, C. y Ziebarth, N. L. 2015.** “The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?”. *Journal of Economic*

*Perspectives*. 29 (3): 31-50.

**Nübler, I. 2014a.** *Social policy and productive transformation: Linking education with industrial policy*. Trabajo preparado para la Conferencia del UNRISD, New Directions in Social Policy: Alternatives from and for the Global South, abril de 2014, Ginebra.

**- 2014b.** “A Theory of capabilities for productive transformation: Learning to catch up”. En: J. M. Salazar-Xirinachs, I. Nübler y R. Kozul-Wright, editores. *Transforming economies: Making industrial policy work for growth, jobs and development*. Ginebra: ILO y UNCTAD.

**- 2016.** “New technologies: A jobless future or a golden age of job creation?”. Research Department Working Paper No. 13. Ginebra: ILO.

**Observatorio Complejidad Económica. 2017.** “Economic Complexity Rankings (2015)”. An Analytical Tool for Understanding the Dynamics of Economic Development. Data set: Ranking by country. Disponible en: <http://atlas.media.mit.edu/en/rankings/country>.

**Organización Internacional del Trabajo (OIT). 2016.** Base de datos Modelos econométricos de tendencias. Ginebra: OIT.

**Pérez, C. 2016.** “Capitalism, technology and a green global Golden Age: The role of history in helping to shape the future”. En: M. Jacobs y M. Mazzucato, editores. *Rethinking Capitalism: Economics and Policy for Sustainable and Inclusive Growth*. Malden y Oxford: Wiley-Blackwell y Political Quarterly.

**Pérez, C. y Soete, L. 1988.** “Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity”. En: G. Dosi et al., editores. *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Francis Pinter.

**Salazar-Xirinachs, J. M., Nübler, I. y Kozul-Wright, R. 2014.** *Transforming economies: Making industrial policy work for growth, jobs and development*. Ginebra: ILO y UNCTAD.

# IMPRESIÓN 3D PARA VIVIENDAS

## UNA DISRUPCIÓN QUE SACUDE LOS CIMIENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

La automatización y la robótica desembarcaron en la construcción, uno de los sectores más intensivos en mano de obra. La empresa chilena BauMax propone un modelo automatizado de edificación basado en hormigón que mejora sustancialmente la productividad y promete reducir costos y plazos con mejoras en la calidad de las viviendas y mayores facilidades en el acceso. Este sistema, además, genera menor impacto ambiental que la construcción tradicional debido a la disminución de los ruidos y la generación de escombros.

Pablo Kühnlenthal, gerente general de la compañía, cuenta cómo funciona este modelo alternativo de construcción, en qué aspectos deben capacitarse los profesionales y cuál será el impacto en la economía chilena.

### ¿Cuáles son los cambios que generan las nuevas tecnologías en la construcción?

Somos la única tecnología robotizada que construye estructuras de hormigón en nuestro país a través de una planta carrusel; es decir, a través de diversas etapas que son manejadas e implementadas sin la necesidad de intervención humana y donde se van imprimiendo cada uno de los paneles que darán vida a una futura vivienda. Con

este moderno sistema de construcción se pretende dar a conocer los avances y beneficios que podrían implicar en el rubro de la construcción en nuestro país, no solo para las inmobiliarias y constructoras, sino para cubrir las necesidades sociales que requiere Chile, como la construcción de viviendas en barrios carenciados, hospitales y cárceles.

### ¿Qué desafíos plantean estas nuevas tecnologías?

Hace más de cien años en Chile se construye de la misma manera, con mano de obra y ladrillos, sin ningún cambio significativo. Este sistema viene a complementar lo que ya se está haciendo y a renovar lo que puede estar quedando obsoleto. Una de las grandes ventajas de este sistema son los tiempos de construcción, que disminuyen de forma significativa. Además, debemos considerar la flexibilidad: las unidades se van fabricando completas para que en obra puedan ser montadas de manera muy eficiente; de esa manera se puede reducir la cantidad de escombros y la contaminación ambiental y acústica que pueden estar generando los actuales sistemas de construcción en más de 30%. Los principales aportes de BauMax para el corto plazo son la incorporación

# 30%

DISMINUYE LA EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN LA INDUSTRIA



de la robotización a los procesos constructivos con un impacto significativo, la mejora en la calidad de las viviendas y la mejor integración con el BIM (*software* de modelado de construcción). Otro cambio se verá para el negocio inmobiliario, que podrá realizar proyectos por etapas de menor plazo ajustándose a las velocidades de venta o de la economía.

### ¿Cómo se mejora la productividad?

La productividad en Chile como país tiene una brecha relevante respecto de los países desarrollados. Esta brecha aumenta en la industria de la construcción significativamente y llega a representar, por ejemplo, un 48% de la de Estados Unidos. Este diagnóstico es lapidario y no hace más que confirmar que cualquier proyecto que mejore la productividad en la industria de la construcción tiene un potencial relevante. Gracias a un reducido equipo altamente calificado, podemos llegar a un nivel de productividad y ser capaces de construir hasta cuatro casas de 140 metros cuadrados en una jornada. Esto se logra a través de una tecnología de punta que produce los elementos de hormigón por medio de un robot que es capaz de dimensionar directamente desde el modelo BIM, sin espacio para errores. Así, también se pueden alivianar las partidas

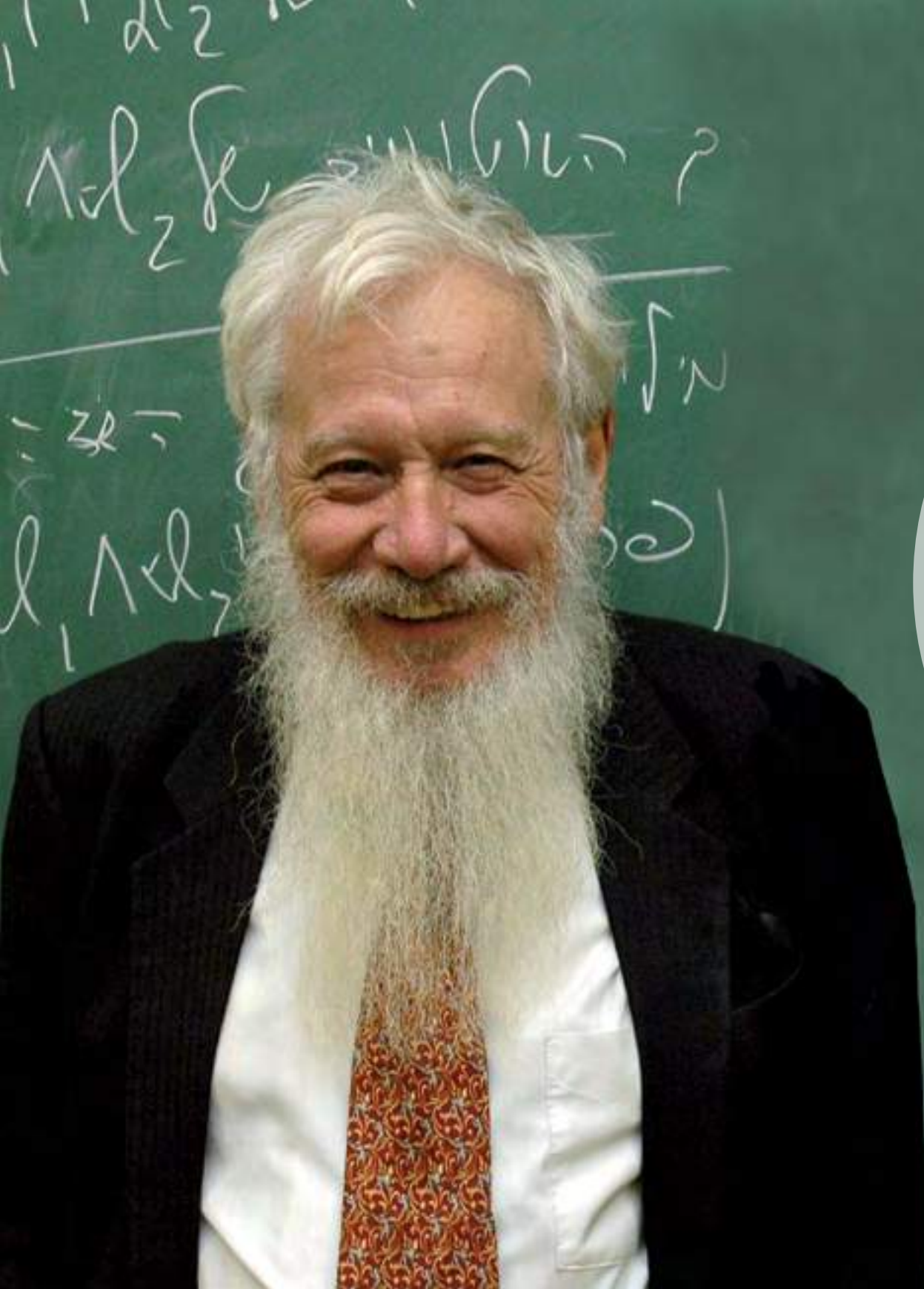
de terminaciones a las constructoras de manera que puedan lograr estructuras más ágiles.

### ¿Qué tipo de conocimientos se necesitan adquirir para operar con estas nuevas máquinas?

Cada uno de los colaboradores que participan de los diversos procesos de la construcción robotizada ha tenido que adaptarse a este sistema automatizado originario de Alemania. Desde su primera etapa, la de diseño, los arquitectos han debido ajustar los diseños solicitados a las diversas constructoras, como también al molde de la planta carrusel y al proyecto BIM. En la fase de producción, los trabajadores se han especializado en el uso de fierros, hormigón y el manejo de *software*, lo que permite un proceso flexible y estructuras más perfectas.

### ¿Son compatibles en un mismo espacio el trabajo robotizado y el trabajo humano?

Es necesario que quienes se suman y participan de la construcción robotizada adquieran nuevos conocimientos que les permitan especializarse en sus respectivas áreas, de manera que sus habilidades se adapten a las nuevas tecnologías y con ello puedan participar de sus procesos y de todos sus beneficios. ☁️



“

La clave  
pasa por la  
**educación**  
y el **sistema**  
de **incentivos**

”

**ROBERT AUMANN**

Premio Nobel de Economía

ROBERT AUMANN RECIBIÓ EL PREMIO NOBEL DE ECONOMÍA POR HABER AMPLIADO LA COMPRESIÓN DEL CONFLICTO Y LA COOPERACIÓN EN LA TEORÍA DE JUEGOS. PARA ESTE MATEMÁTICO ESTADOUNIDENSE E ISRAELÍ, EL OBJETIVO DE CUALQUIER POLÍTICA EXITOSA DEBERÍA SER LA CREACIÓN DE INCENTIVOS ADECUADOS. EN ENTREVISTA EXCLUSIVA CON *INTEGRACIÓN & COMERCIO*, AUMANN ASEGURÓ QUE EL FUTURO DE NUESTRAS SOCIEDADES DEPENDERÁ DE CUÁNTO ESTÉN DISPUESTAS A INVERTIR EN EDUCACIÓN.

### ¿Cómo puede la innovación en nuevas tecnologías ser funcional al desarrollo sostenible?

El elemento más importante en la innovación es la educación. Si se educa a la gente, se obtendrán buenos resultados. La clave del desarrollo, en Estados Unidos, Israel, América Latina y en cualquier lugar del mundo, pasa por la educación.

### ¿Qué tipo de políticas públicas pueden contribuir al sistema de incentivos al emprendedor? ¿Qué clase de regulaciones son necesarias?

Olvídense de las regulaciones. Las prohibiciones no funcionan, las personas no les prestan atención a las regulaciones. Se lo voy a decir en tres palabras: incentivos, incentivos, incentivos. Todo consiste en crear incentivos. No se trata, de reglamentos que prohíban por completo hacer algo. Por el contrario, se trata en definitiva, de generar mecanismos de incentivos, porque esas cosas funcionan generalmente mucho mejor.

EL ELEMENTO MÁS IMPORTANTE PARA FOMENTAR LA INNOVACIÓN EN CUALQUIER PAÍS ES LA EDUCACIÓN

### ¿Cómo puede la teoría de juegos contribuir a diseñar mejores políticas tecnológicas?

El principio fundamental de la teoría de juegos es que todo el mundo actúa de acuerdo con sus incentivos. Esa es la base de la teoría de juegos y, de hecho, de toda la teoría económica. Hay que proporcionar a las personas los incentivos adecuados y, al mismo tiempo, tener mucho cuidado con los incentivos que se crean. Permítame darle un ejemplo. En el sur de Nepal había una hermosa selva, muy rica en biodiversidad, que tenía muchas especies diferentes de plantas y de animales, era un verdadero jardín del edén. También tenía mosquitos y, específicamente, el mosquito *Anopheles* que causa la malaria. Así que la gente pensó que si se trataba de una hermosa selva y la única cosa que está ba mal era el mosquito *Anopheles*, ¿por qué no erradicarlo? Entonces el paraíso sería completo. Así fue como crearon y utilizaron un veneno para fumigar y erradicar al mosquito. Al poco tiempo, vinieron a la selva personas que no tenían un lugar para vivir, agricultores pobres de Nepal y desarrolladores industriales comenzaron a mudarse a la selva porque ya no era peligroso. Los nuevos colonos talaron árboles y plantaron cultivos, y en un corto período de tiempo, en apenas cinco años, ya no hubo más selva. Hay que entender que siempre debe-



ROBERT J. AUMANN NACIÓ EN 1930 EN ALEMANIA. SU FAMILIA EMIGRÓ A ESTADOS UNIDOS EN 1938, DOS SEMANAS ANTES DE LA NOCHE DE LOS CRISTALES ROTOS. SE DOCTORÓ EN 1955 EN EL MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT). EN 2005 FUE GALARDONADO CON EL NOBEL DE ECONOMÍA JUNTO A THOMAS SCHELLING. ENTRE SUS PRINCIPALES PUBLICACIONES CIENTÍFICAS SE ENCUENTRAN LAS SIGUIENTES:

- *VALUES OF NON-ATOMIC GAMES*. PRINCETON: PRINCETON UNIVERSITY PRESS (CON L. S. SHAPLEY). 1974.
- *LECTURES ON GAME THEORY*. BOULDER: WESTVIEW PRESS. 1989.
- *HANDBOOK OF GAME THEORY WITH ECONOMIC APPLICATIONS*. ÁMSTERDAM: ELSEVIER. 1992.
- *REPEATED GAMES WITH INCOMPLETE INFORMATION*. CAMBRIDGE: MIT PRESS (CON M. MASCHLER). 1995.

mos preguntarnos a nosotros mismos, hagamos lo que hagamos, qué nuevos incentivos estamos creando, cuáles son las consecuencias de nuestras acciones. En este caso, la creación de un pesticida no solo acabó con los mosquitos, sino con la selva.

### A priori puede parecer difícil considerar que sea malo combatir la malaria.

Le doy otro ejemplo. El Pantanal en Brasil, una zona muy pantanosa, también está repleta de vida silvestre, muchas especies de aves, de plantas y animales, incluso leopardos. El Pantanal no es un parque nacional, hay agricultores que crían ganado, y los leopardos de vez en cuando matan alguna vaca. Para evitarlo, los campesinos salieron a cazar a los leopardos y los mataron, por lo que la población de leopardos quedó en peligro de extinción. ¿Qué ocurrió después? Hubo personas que querían salvar a los leopardos y crearon una asociación que compensa a los campesinos por más dinero de lo que vale la vaca, si se presentan con los restos de una vaca atacada por un leopardo. Se podrá imaginar que rápidamente los campesinos dejaron de matar a los leopardos. Por el contrario, querían que vinieran a cazar sus vacas porque el incentivo de tener

una vaca muerta por un leopardo era mayor al de criar a la vaca.

### ¿Funcionan mejor los incentivos para que las personas hagan cosas o para que dejen de hacerlas?

Es indistinto. Déjeme darle otro ejemplo vinculado al medioambiente. En Suiza, donde viajo seguido de vacaciones para esquiar, la basura que se coloca en los cestos generales solo puede arrojar en bolsas oficiales que se compran en la tienda, bolsas que son proporcionadas por el Gobierno y cuestan cinco francos suizos, es decir, una gran cantidad de dinero para una bolsa de plástico. Cualquier basura que se descarta debe estar en esas bolsas. Se crearon entonces muy pronto los incentivos para tirar menos basura, utilizar menos platos descartables de plástico y productos muy malos para el medioambiente. Si por cada bolsa de basura que se arroja hay que pagar cinco francos, se desincentiva el uso de esos productos descartables. Y como la gente no compra esas cosas, los productores no las fabrican, se vuelven más escasas y caras, y se abre un camino hacia atrás. Hay que crear los incentivos adecuados para hacer que sucedan las cosas que uno quiere. ☁

ANÁLISIS

Cristina Calvo  
Universidad de Buenos Aires

# Hacia un ingreso ciudadano universal ?



.....  
A esta sociedad consumista, cegada por el mercado, la sucederá otra que se caracterizará por el hecho trascendente de que no dejará de lado la justicia social y la solidaridad.  
.....

René Favaloro

LA DISCUSIÓN POR UNA RENTA BÁSICA UNIVERSAL PERMANECE ABIERTA Y GENERA POLÉMICAS. SUS DEFENSORES SOSTIENEN QUE PERMITIRÍA DAR ALIVIO A TODA LA POBLACIÓN EN CUANTO A LA SATISFACCIÓN DE UN UMBRAL DE INGRESOS QUE CUBRA SUS NECESIDADES BÁSICAS. ADEMÁS, ENTRE OTRAS COSAS, DEBERÍA ELIMINAR INTERMEDIARIOS, DISMINUIR LA VIOLENCIA FAMILIAR Y MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE QUIENES NO PUEDEN DESARROLLAR SU VOCACIÓN POR TRATARSE DE PRESTACIONES NO COMERCIALIZABLES.

Entre el 2000 y 2014, el crecimiento promedio anual del PIB en América Latina y el Caribe superó el 3%. Contrario a la tendencia mundial, durante ese período la desigualdad de ingresos disminuyó en muchos países de la región (gráfico 1.1, panel A), fundamentalmente por la aplicación de transferencias condicionadas de ingresos como el programa Bolsa Familia de Brasil. Recientemente, la región ha enfrentado múltiples desafíos externos derivados del final del superciclo de las materias primas, la desaceleración del crecimiento en China y la normalización gradual de la política monetaria en Estados Unidos. Debido a esto, y a pesar de la heterogeneidad en las características de América Latina, la convergencia respecto de los niveles de vida de los países avanzados ha perdido velocidad y, en algunos países, ha comenzado a revertirse. Ante la falta de reformas estructurales todavía es común, en la región, que las personas con menos competencias queden atrapadas en empleos precarios y poco productivos, con frecuencia en la economía informal (gráfico 1.1, panel B) (OCDE, 2016).

En América Latina, como en la mayoría de las economías emergentes, elevar la productividad es crucial para ir cerrando la amplia brecha respecto de los niveles de vida de las economías avanzadas y escapar a la trampa del ingreso medio. Si bien los latinoamericanos dedican más tiempo promedio a sus actividades laborales que el promedio de la OCDE, esta participación relativamente alta del

factor trabajo en el PIB per cápita se ve descompensada por una enorme diferencia en los niveles de productividad (gráfico 1.2, panel A). La productividad laboral promedio en la última década indica que, en la mayoría de los casos, la tasa de crecimiento ha sido apenas suficiente para seguir el ritmo de las economías avanzadas e insuficiente para reducir significativamente la brecha en los niveles de vida (gráfico 1.2, panel B) (OCDE, 2016).

Un enfoque inclusivo para América Latina requiere de sus gobiernos profundas reformas estructurales que permitan a todas las personas y empresas incrementar su potencial productivo para inducir a un crecimiento de la productividad agregada aún mayor, así como a una distribución más equitativa de los ingresos. Un círculo virtuoso requiere actuar simultáneamente sobre sistemas de protección social y factores que ubiquen a América Latina y el Caribe en un sendero de inclusión social y empleo sostenible. En este artículo nos centraremos principalmente en las novedades en el debate actual que incluyen el ingreso ciudadano (IC) dentro de los sistemas de protección social y lo vinculan con la creación de empleo sostenible.

En el mundo se vienen realizando diversas intervenciones de política pública dirigidas a la superación de los flagelos de la pobreza y la indigencia, tanto universales como focalizadas. Hasta el momento, ninguna de estas intervenciones ha sido completamente exitosa y la me-

didada de sus logros no ha podido ser replicada en otros escenarios donde la pobreza viene acompañada de conductas sociales propias de cada conglomerado social.

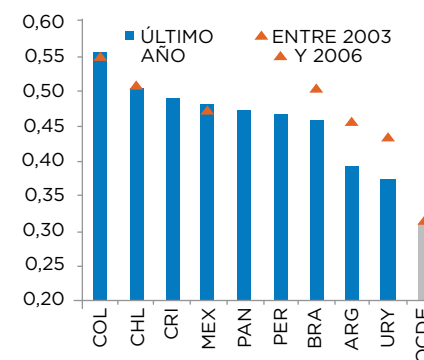
Si bien la pobreza es multidimensional, una de las dimensiones de la misma es el aspecto material y monetario, que consideramos la base sobre la que se deben apoyar el resto de las intervenciones (sanitarias, educativas, laborales, relacionales).

## UNA VIDA DIGNA

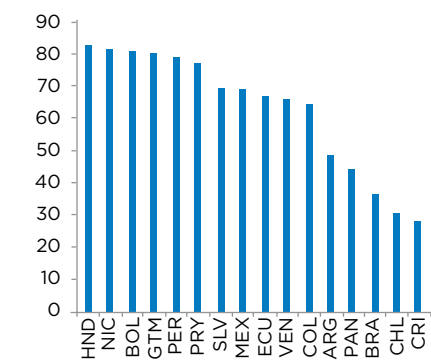
En este escenario se enmarca la discusión sobre la posibilidad de una renta básica o ingreso ciudadano (IC) para América Latina y el Caribe. Lo que se perseguiría con este instrumento es dar alivio a toda la población en cuanto a la satisfacción de un umbral de ingre-

GRÁFICO 1.1  
LAS DESIGUALDADES SIGUEN SIENDO ALTAS EN LA MAYORÍA DE PAÍSES LATINOAMERICANOS

A. COEFICIENTE DE GINI, ENTRE 0 (IGUALDAD PERFECTA) Y 1 (DESIGUALDAD PERFECTA)



B. PROPORCIÓN DE TRABAJADORES INFORMALES



Nota: Los coeficientes de Gini se refieren a una medida de renta disponible equivalente de los hogares, salvo para Argentina (renta per cápita). Los datos de Costa Rica son preliminares. Por trabajadores ocupados en el sector informal se entiende trabajadores que no cotizan a un plan de pensiones obligatorio. Los datos se refieren a una fecha alrededor de 2013. Fuentes: OCDE/IDD, salvo para Brasil, Perú, Uruguay y Panamá (LIS) y Argentina [SEDLAC - (CEDLAS y el Banco Mundial)]; datos de IDB Labor Markets and Social Security Information System (SIMS) basados en encuestas a los hogares.

**7%**  
ES EL DESEMPLEO ESTRUCTURAL EN AMÉRICA LATINA

esos que cubra sus necesidades básicas. Además, entre otras cosas, este sistema debería eliminar los intermediarios, salvo los medios de cobro del sistema financiero en sus diferentes modalidades; la violencia familiar debería disminuir al estar sostenido el factor monetario que impide que la parte afectada pueda independizarse económicamente del vínculo familiar; mejoraría la calidad de vida de quienes no pueden desarrollar su vocación por tratarse de prestaciones no comercializables o por no existir el mercado o con demanda real, pero oferta faltante por no ser sustentables

8%  
CRECIÓ LA  
PRODUCTIVIDAD  
LABORAL ANUAL  
PROMEDIO EN INDIA

en términos de maximización de la rentabilidad monetaria, como por ejemplo: cuidados personales a ancianos, a personas con capacidad disminuida; actividad de músicos callejeros; artistas en general; artesanos; tejedores y tantos otros. Independientemente de que cada uno cuente con la opción de trabajar en mercados rentables o no, el IC daría una base mínima de ingresos a la posibilidad de transitar una vida digna.

En el mundo, una de las preguntas clave cuando se habla de IC es: ¿cómo se financia esto? Si pensamos en América Latina y el Caribe y, dentro de ella, en países como la Argentina, con una inversión social elevada por parte del Estado y con un déficit fiscal pesado, esta pregunta es crucial. Por eso, en su implementación, debería contemplarse, en primer lugar, la urgencia hacia esa parte de la población vulnerable excluida socialmente y darle prioridad y, en la medida en que la capacidad de financiamiento del sistema lo permita (reforma fiscal mediante), pensar en ir cubriendo a toda la población del país.

La concepción más generalizada de IC es la que la considera una asignación monetaria incondicional que se diferencia, por lo tanto, de los subsidios, en cuanto a que no hay que cumplir una condición previa como, por ejemplo, ser considerado pobre, estar desempleado, ser una persona con alguna discapacidad o adulto mayor. En un Estado con IC, una persona no necesitaría ninguna condición más allá que la de ser ciuda-

dano o residente.

Los beneficios del sistema de IC se ubican en, al menos, dos esferas: una psicosocial y otra monetaria. En la primera esfera, permite evitar daños psicológicos y morales vinculados con la estigmatización social de quien la percibe y, en la esfera monetaria, permitiría ahorrar los costos de administración necesarios para aplicar el enfoque de focalización de beneficiarios, ya que, por ser universal, representa una simplificación administrativa. El IC implica la posibilidad de complementariedad con un ingreso adicional por un trabajo remunerado, definiéndose como un nivel básico a partir del cual las personas pueden acumular cualquier otro ingreso.

Aquí es necesario puntualizar que sería una necesidad discutir en nuestros países la posibilidad de caminar hacia un IC sin revisar el entero sistema de protección social junto con el desafío de generar empleo sostenible en una región donde las personas con menos competencias quedan atrapadas en empleos precarios y poco productivos, con frecuencia en la economía informal.

Además, el debate sobre la posible aplicación a futuro de un IC en nuestro país no puede estar desvinculado de una de las grandes lagunas de la teoría económica contemporánea, que es la falta de reflexión sobre el trabajo en el siglo XXI. No solo por el avance de la automatización en reemplazo de las personas, sino sobre la misma concepción del trabajo como actividad humana y no solo como recurso que responde a incentivos y sanciones.

SISTEMAS DE  
PROTECCIÓN SOCIAL

Los sistemas de protección social comprenden todas las políticas públicas dirigidas a prevenir o proteger a

la población de riesgos sociales como la pobreza, el desempleo o la informalidad, así como las políticas dirigidas a promover oportunidades de desarrollo para las personas. Si bien hay matices en su definición, en América Latina y el Caribe comprenden políticas de seguro social como los programas de jubilaciones y pensiones; seguro de desempleo; asistencia social; asignaciones familiares, tanto contributivas como no contributivas; políticas activas del mercado de trabajo; programas de transferencias condicionadas de ingresos; y también provisión de servicios, como la intermediación laboral, capacitación laboral y formación profesional.

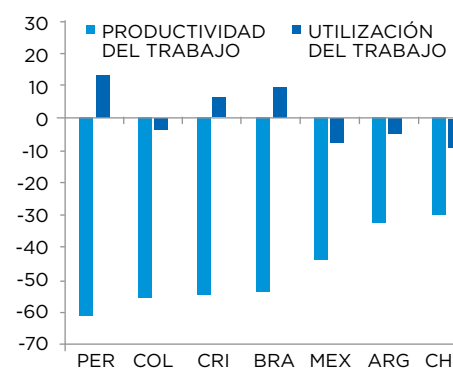
A la luz de las brechas y deudas sociales en la región, para avanzar decididamente hacia la igualdad de oportunidades y la universalización de derechos es necesario redoblar los esfuerzos. América Latina sigue siendo la región más desigual del mundo. Esto no solo plantea desafíos en materia de ingresos

monetarios, sino también en las dimensiones de género, étnicas y territoriales. Precisamente, en grupos excluidos, el empleo tiende a ser precario y no logra constituirse en un vehículo de movilidad social y bienestar. Más aún, las condiciones laborales de amplios sectores de la población distan mucho del horizonte normativo del trabajo decente y no garantizan el acceso a mecanismos de protección social.

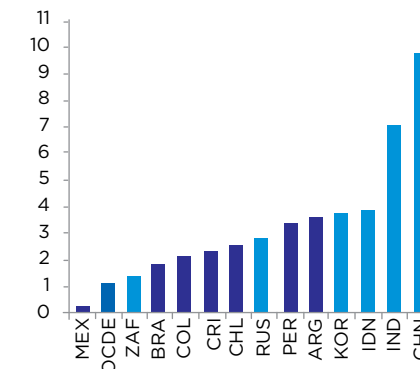
La protección social es un elemento diferencial de la política social y requiere responsabilidad por parte de los gobiernos, pero también por parte de la ciudadanía, ya que se trataría, en palabras simples, del cuidado que la sociedad presta a sus miembros. Un sistema de protección social debería cumplir, al menos, tres funciones esenciales: a) garantizar a todas las personas un nivel de recursos acorde con la dignidad humana y la existencia de un sistema de salud que brinde cobertura universal, b) tratar de favorecer la integración social

GRÁFICO 1.2  
LAS BRECHAS DE PIB PER CÁPITA RESPECTO DE PAÍSES AVANZADOS SE EXPLICAN PRINCIPALMENTE POR UNA MENOR PRODUCTIVIDAD LABORAL

A. DIFERENCIA PORCENTUAL CON LA MEDIA DE LA OCDE, 2013



B. CRECIMIENTO MEDIO DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL ANUAL, PERÍODO 2003-2013



Nota: En el panel A, la productividad del trabajo se expresa en PIB por trabajador. La utilización del factor trabajo se mide por el cociente entre población activa y población total. En el panel B, la productividad laboral se expresa en PIB por hora trabajada.

Fuentes: OECD National Accounts Database, OECD Economic Outlook Database.



de los habitantes de un territorio y el acceso al mercado de trabajo, c) dotar a los trabajadores en el momento en que acceden al haber jubilatorio o deben interrumpir su actividad debido a una enfermedad, accidente, maternidad, invalidez o desempleo de un ingreso sustitutivo que pueda preservar un nivel de vida digno (Gómez Paz, 2011).

Dentro de los sistemas de protección social, cabe una mención a las transferencias condicionadas (TC), que fueron una innovación importante en políticas públicas a mediados de los noventa. En vez de dar subsidios generalizados, controlar precios o distribuir alimentos directamente para ayudar a los más pobres (instrumentos que eran ineficientes, distorsionantes y generalmente regresivos), los gobiernos empezaron a distribuir dinero directamente a las familias más pobres, condicionando esta transferencia a que los niños asistieran a la escuela y/o que realizaran chequeos médicos de salud. Mientras que las evaluaciones muestran que los programas tuvieron los efectos deseados (es decir, las familias aumentaron su consumo -sin evidencia de efectos negativos sobre el mercado de trabajo-, y el uso de los servicios de salud y educación también aumentó), estos han estado bajo la lupa desde varias perspectivas. Los más nombrados en América Latina son Asignación Universal por Hijo (Argentina), Bolsa Familia (Brasil), Ingreso Ético Familiar (Chile), Red Unidos (Colombia), PROSPERA (México), entre otros.

Estos programas han sufrido diferentes reformas a lo largo de su implementación en vistas a una mayor universalización con enfoque de derechos. Algunas críticas que les han hecho radican en la verificación de resultados no homogéneos en términos de salud y educación; aún con TC, hay una brecha en la matriculación correspondiente a la educación secundaria; no logran eli-

minar suficientemente las disparidades de género; muchos países aumentan su deuda pública para financiar estas transferencias monetarias sin modificar estructuralmente las condiciones para la salida de la pobreza. Estas críticas van más allá de los programas de transferencias. Estos programas son una herramienta que debería ser parte de una estrategia social más amplia que, junto con otras políticas públicas (productividad, fiscal, innovación, redistribución), contribuya a romper la transmisión intergeneracional de la pobreza (CEPAL, 2011).

#### TRANSITORIO O PERMANENTE

En el presente trabajo hablamos de ingreso ciudadano (IC) por ser la terminología más utilizada en América Latina y el Caribe, pero equivale al concepto de renta básica (RB) empleado frecuentemente en la literatura y en los análisis del norte del mundo. Además, RB se usa mayoritariamente para referir a lo que más adelante definimos como “ingreso mínimo de inserción”.

Una definición simple de IC: “Es un ingreso pagado por el Estado como derecho de ciudadanía a cada miembro de la sociedad, trabaje o no trabaje, sin tomar en consideración si es rico o pobre, o dicho de otra forma, independientemente de cuáles puedan ser las otras fuentes de ingreso” (del Val Blanco, 2015).

Frecuentemente, se plantea una visión reduccionista de la protección social -sobre todo en relación con los programas destinados a paliar la situación de quien se encuentra desempleado- opinando que desalientan en la búsqueda de trabajo por estar recibiendo algún tipo de ayuda del Estado. Si bien esto puede ser cierto, el problema se produce cuando la ayuda social, en

## RENTA BÁSICA

ES UN PAGO ESTATAL  
QUE GARANTIZA EL  
DERECHO A LA  
CIUDADANÍA DE  
CADA PERSONA

lugar de ser transitoria, como puente hacia el trabajo genuino o hacia la actividad económica adecuada para el sustento de la vida, se cristaliza como permanente y termina ocasionando una dependencia no acorde con un auténtico desarrollo humano. Hay una cierta experiencia adversa en relación con programas asistencialistas que durante décadas mostraron su fracaso en la disminución de la pobreza y que tantas veces se constituyeron en fuente de lucro político-electoral y no en fuente de promoción para quienes estaban en situación de vulnerabilidad. En América Latina, el desempleo estructural alcanza alrededor del 7% (sin contar el subempleo precario, los asalariados en situación de pobreza y otras categorías), por lo cual la protección social debería acompañar políticas activas para prevenir que los desempleados estructurales y quienes por baja calificación quedaron fuera del mercado de trabajo, junto con los adultos mayores y las personas con discapacidad, caigan en situación de exclusión social.

En la descripción acerca de en qué consiste el IC se suele hacer la siguiente distinción (Gómez Paz, 2011):

a) Ingreso mínimo garantizado: como una prestación económica pensada para permitir el acceso a un mínimo nivel de vida aceptable de carácter generalizado e independiente, a la que todo ciudadano tiene derecho, sin condiciones o exigencias de contrapartida.

b) Ingreso mínimo de inserción: en

este caso, la prestación económica está también dirigida a satisfacer las necesidades básicas de la vida, pero vinculadas estrechamente con la integración laboral y social de las personas que reciben el subsidio, de modo tal que, una vez conseguida la integración, se deja de percibir la ayuda económica.

El IC es motivo de debate en el mundo, tanto en países desarrollados como en países emergentes. Las distintas corrientes ideológicas le atribuyen una virtud: desde un punto de vista estructuralista, el IC permitiría que la población sin empleo tenga mayores posibilidades de incorporarse al sector laboral; desde una perspectiva de igualdad y equidad, el IC permitiría igualar las oportunidades de mujeres, ancianos, menores y personas con discapacidades respecto de otros segmentos de la población y, desde una posición economista neoclásica, el IC mejoraría la relación entre empleados y empleadores.

#### LIBERTAD Y AUTONOMÍA

La persistencia de altos niveles de pobreza y de desigualdad en América Latina y el Caribe, pese a los significativos avances en cuanto a reducción hasta el 2013, obligan a pensar un nuevo estilo de desarrollo que implique también profundas modificaciones en los regímenes de bienestar y en las políticas sociales. Hay que dejar la visión estrecha de una política social preocupada solamente por la reducción de la pobreza, sino enmarcarla dentro de un objetivo más ambicioso: dotar a las personas y a las comunidades de una ampliación de sus libertades, de sus capacidades y autonomía.

Un nuevo estilo de desarrollo implica transformaciones profundas en el modo de producir, distribuir y consumir. Se requiere un cambio estructural

## EL IMPUESTO A LOS ROBOTS COMO FUENTE DE FINANCIACIÓN

En febrero de 2017, Bill Gates sorprendió con su propuesta de gravar la actividad de los robots en la medida que estos amenazan reemplazar el trabajo humano. Ve a dichos impuestos como un factor de redistribución de riqueza que evitaría que la gente sintiera miedo a la innovación por verla como una amenaza a su empleo. Incluso se trataría de un acto de justicia, porque los robots no pagan impuesto a las ganancias, como sí ocurre con los trabajadores humanos. Benoît Hamon, líder del Partido Socialista Francés y candidato presidencial en las últimas elecciones, se sumó a la iniciativa y propuso un impuesto a los robots para financiar un ingreso mínimo para todos. Estas ideas no son tan descabelladas si las enmarcamos dentro del mensaje que, desde Davos, viene difundiendo la mismísima Christine Lagarde, directora gerente del Fondo Monetario Internacional. El pasado 17 de abril, en una conferencia brindada en la Biblioteca Solvay de Bruselas, Lagarde recalcó la necesidad de una economía mundial más resiliente, con un crecimiento sostenible más perdurable e inclusivo, con políticas económicas que promuevan el crecimiento con acento en la productividad, una distribución más equitativa de los beneficios y cooperación internacional mediante un marco multilateral. En esta conferencia, Lagarde señaló con preocupación la posibilidad de que la automatización progresivamente ponga en peligro el crecimiento del empleo. La propuesta de Gates y otros en cuanto a imponer gravámenes a los robots –considerando que su tarea aumentará la rentabilidad en aquellos sectores productivos y de servicios en los que los mismos se pongan en funcionamiento– indica la urgencia de repensar la reestructuración de los sistemas de impuestos y prestaciones, incluido el ingreso ciudadano, con el objetivo de propiciar una distribución más equitativa de la riqueza que se traduzca en niveles de vida más dignos para los excluidos del sistema.<sup>1</sup>

progresivo que logre niveles sostenibles de crecimiento económico basados en aumentos de productividad, incorporación intensiva de conocimiento e innovación, generación de valor agregado y justicia distributiva en los beneficios de estas mejoras. La propuesta del IC se enmarca en el centro del debate hacia un nuevo estilo de desarrollo, debido a la incertidumbre sobre el crecimiento económico mundial; las profundas transformaciones del mundo del trabajo, cuyas consecuencias aún no se alcanzan a identificar y pronosticar; las limitaciones de los programas de transferencias condicionadas; y la expansión

del enfoque de derechos en política social, que vincula el acceso efectivo a los derechos a la condición de ciudadanía social mucho más que a una situación de necesidad o a la condición laboral (Bárcena, 2016).

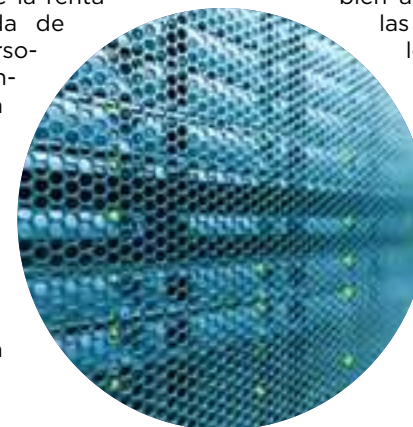
Un artículo de Carlos Otto publicado el 17 de abril de 2016 en la sección de tecnología del sitio web de La Vanguardia contenía un título muy llamativo: “Por qué en Silicon Valley se están planteando la renta básica (y por qué tiene sentido)”. Es una de las sorpresas que trae el IC o RB que Silicon Valley, como lugar caracterizado por el liberalismo económico y como meca mundial de la

tecnología y de empresas como Google, Facebook, Apple, Amazon o Twitter, se coloque en un planteo que históricamente ha sido vinculado a sectores de ideología de izquierda. La razón se encuentra en la posibilidad de recurrir a la renta básica como un modo de proteger y atender a las personas que no tengan o pierdan su empleo debido a la automatización del trabajo.

De este modo, surgen dos debates vinculados, puesto que el debate de la renta básica en este contexto emerge a partir del planteamiento de uno de los temas de mayor preocupación como es la repercusión de la automatización en el trabajo, en conexión con el debate sobre si los robots destruirán o crearán empleo. Sobre la discusión de los robots y el empleo existen dos posiciones bastante claras: por un lado, estarían los catastrofistas, que se basan en el estudio *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation* elaborado por varios investigadores de Oxford, según el cual un 47% de los empleos están en riesgo de desaparición, lo que afecta no solo a los empleos de baja calificación, sino también a los de un nivel de calificación media; por otro lado, los entusiastas de la tecnología, que predicen la creación de nuevos empleos. Lo interesante del debate radica en el papel de la renta básica como medida de protección de las personas que no tengan empleo, en conexión con las consecuencias de las tecnologías sobre el trabajo. Al respecto, se pueden diferenciar tres posturas ideológicas en las que señalamos el principal defensor de cada una de ellas.

La primera es la postura de Paul Graham, que es un inversor de compañías tecnológicas en Silicon Valley y que apuesta por el establecimiento de una RB para las personas que hayan perdido su empleo a causa de la automatización. Incluso ha creado un equipo de trabajo que se encarga de estudiar y analizar el modelo de RB y su aplicación a este colectivo. La implantación de la RB en estos términos tiene también detractores, que entienden que es un complemento para el capitalismo y el liberalismo económico más agresivos, que hará que se incremente la desigualdad económica, puesto que estas personas quedarán condenadas a una precariedad permanente. Asimismo, las grandes compañías tecnológicas tendrían más poder, lo que se argumenta en la progresiva separación entre productividad y salario a partir de los años 80 con el protagonismo de los desarrollos tecnológicos.

En segundo lugar, otro defensor de la RB, ahora de carácter universal e incondicional, es Federico Pistono, un emprendedor, conferencista y egresado de la Universidad de Verona, consultor de gobiernos y de la revista *Fortune*, que considera que la automatización acabará con un elevado porcentaje de empleos pero, al mismo tiempo, también acabará con muchas de las preocupaciones actuales acerca de si el salario permite cubrir las necesidades del día a día. El IC, no solo para los excluidos del sistema laboral, sino para cualquier ciudadano, debería permitir vivir dignamente, sin estar atado a un trabajo muchas veces alienante, facilitando que





cada ciudadano pueda dedicarse a lo que le satisfaga y aporte más a la sociedad. El papel del Estado se limita al pago del ingreso de forma incondicional, con lo que pueden eliminarse los programas de ayudas sociales que, según este defensor del IC, son más caros y menos eficientes.

Finalmente, la tercera postura es la que se personaliza en Paul Mason, escritor y periodista de la BBC de Londres, famoso por sus análisis postcapitalistas, que defiende que se puede ir hacia un mundo sin trabajo (y más feliz). Su teoría se basa en la idea de que el capitalismo sobreexplota a los trabajadores y consume muchos recursos naturales, por lo que ha entrado en una situación cercana a su destrucción. De hecho, Mason entiende que la automatización del empleo actuará como forma de liberar a los ciudadanos de la presión del trabajo, permitiendo que se abandone el capitalismo a favor de un sistema económico más justo. La reducción del empleo que podría producir la automatización del trabajo no es un problema, puesto que la tecnología está generando que bajen los precios de los productos y también nuestras necesidades de consumo. De ahí que, con el IC, el ciudadano medio puede vivir de forma digna y desahogada.

Estas son algunas de las ideas y postulados que podrían servir para profundizar el debate acerca de la implantación del IC, desde distintas ideologías, con distintos fundamentos y cometidos y, sobre todo, con un diverso ámbito subjetivo de protección, que va desde el más amplio nivel de cobertura, que abarcaría a todo ciudadano sin condiciones, hasta el más reducido colectivo beneficiario de esta medida, que estaría conformado por el trabajador sustituido por un robot. En cualquier caso, las

teorías a favor del IC están en gran parte influenciadas por las consecuencias de la automatización en el trabajo en su vertiente de reducción del número de empleos (Viruez, 2016).

### PROPUESTAS DE APLICACIÓN

Son numerosas las experiencias piloto que se están pensando o desarrollando en distintas partes del mundo. Lo novedoso es que, si bien hasta hace unos años esto se debatía para los llamados “países pobres”, hoy esas experiencias se están activando en Finlandia, Canadá, Países Bajos, Estados Unidos, entre otros. Es decir, forma parte de un replanteo de la seguridad social, del desarrollo humano y del empleo sostenible, aun en países de ingresos altos. Cabe señalar que las diferentes experiencias piloto consisten mayormente en el tipo ingreso mínimo de inserción descrito en el tercer punto de este trabajo.

El IC que definimos como un tipo de derecho de ciudadanía sin condicionalidades tiene, en Alaska, una única experiencia con historia de aplicación práctica. En 1976, se constituyó un fondo de inversión destinado a que las compañías petroleras dejaran en su territorio parte de los beneficios obtenidos por la extracción del mineral, como un modo de compensar a los habitantes del país por extraerles un recurso no renovable. Si bien en el momento de su creación no se pensaba en el IC, su propósito era generar un mecanismo de justicia con la intención de perdurar en el tiempo, transformando los ingresos extraordinarios del *boom* petrolero en una renta perpetua. Ese fondo se constituía año tras año, y el Poder Legislativo dividía la

renta por el número de habitantes según una fórmula preestablecida y se repartía independientemente del número de hijos o situación laboral. Alaska, hasta el 2015, no solo era uno de los estados más ricos en términos de renta per cápita de todo Estados Unidos, sino también uno de los estados con menor desigualdad. Pero, ya en el 2015, con la caída del precio del petróleo en más de un 50% y un aumento del déficit fiscal, Alaska se vio obligada a buscar otras fórmulas para incrementar sus ingresos, sin tanta dependencia del petróleo, y también a reducir sus gastos. Es una confirmación que este tipo de instrumento debe formar parte de la toma de decisiones sobre el financiamiento del presupuesto de un país.

Una de las principales objeciones que plantean los detractores del IC es que percibir unos ingresos que garantizan la subsistencia desincentiva la búsqueda de trabajo y que los empleos de baja calificación quedarán sin cubrir. En varios de los experimentos que se han realizado se ha visto claramente que el beneficiario principal no deja de trabajar aunque cobre una renta, porque no se trata de importes muy elevados. Por eso ahora cobra fuerza la idea de impulsar experiencias a largo plazo, porque los experimentos de un año o dos de duración tienen un sesgo de temporalidad, de forma que si la gente sabe que

solo va a cobrar esa renta durante un tiempo determinado, lo más habitual es que aproveche para quedarse en casa a cuidar a sus hijos, por ejemplo, y que no opte por formarse; pero si ya sabe que se va a percibir la renta a más largo plazo, habrá una planificación diferente en el compaginar el cuidado familiar con el estudio y la actualización profesional, porque la gente sabe que la formación es cada vez más importante y, aunque se tenga trabajo, el desafío de las nuevas tecnologías y los vertiginosos cambios en el mundo laboral obligan a hacerlo.

Frente a la posibilidad de la implementación y financiamiento de un ingreso ciudadano y, con respecto al sostén del mismo en el tiempo, a la eficacia en su aplicación, surgen muchos interrogantes tales como ¿es el IC financieramente factible?, ¿es compatible con la vida y con la situación social y política de cada país?, ¿fortalece a la ciudadanía?, ¿fomenta la vagancia y no la productividad? Sin duda que la urgencia histórica en resolver las cuestiones estructurales de la desigualdad social en América Latina y el Caribe evidencia la necesidad de afrontar nuevos mecanismos de instrumentación de políticas de emergencia social, junto con políticas de desarrollo humano para el mediano y largo plazo, en las que la alternativa de un ingreso ciudadano debe ser parte del debate.<sup>2</sup>

#### NOTAS

<sup>1</sup> OCDE diariamente calcula el costo fiscal de un IC para 4 países europeos. En promedio sería necesario un recorte de 5% del PIB de otros beneficios sociales y un aumento

de 6% del PIB de la presión tributaria.  
<sup>2</sup> Este trabajo es un anticipo de una investigación más completa que se presentará a fin de 2017.

#### BIBLIOGRAFÍA

**Bárcena, A. 2016.** “Buscar la emancipación, objetivo de las nuevas políticas sociales”. En: *Memorias del Seminario Internacional Renta Básica y Distribución de la Riqueza*. México. Senado de la República. 19 al 21 de abril de 2016. Ciudad de México: Naciones Unidas.

**CEPAL. 2011.** *Protección social inclusiva en América Latina. Una mirada integral, un enfoque de derechos*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

**Del Val Blanco, E. 2015.** “El ingreso ciudadano universal para México”. En: R. Cordera, coordinador. *Más allá de la crisis. El reclamo del desarrollo*. Ciudad de México: Fon-

do de Cultura Económica.

**Gómez Paz, J. 2011.** “La renta mínima de inserción”. *Signos Universitarios*. 30 (46): 199-217.

**OCDE. 2016.** *Fomentando un crecimiento inclusivo de la productividad en América Latina*. París: OECD Publishing.

**Viruez, M. 2016.** Proyecto de investigación “Las prestaciones económicas de garantía de recursos de subsistencia”. Universidad Pablo de Olavide. Proyecto de Investigación DER2013-48829-C2-2-R, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, Plan Nacional de Investigación I+D+I, España.

Alianza

# INTAL LATINOBAROMETRO

QUÉ PIENSAN  
LOS LATINOAMERICANOS  
SOBRE LA INTEGRACIÓN  
REGIONAL Y GLOBAL



# INTAL LAB

[www.iadb.org/intal/latinobarometro](http://www.iadb.org/intal/latinobarometro)

# CONEXIÓN INTAL

Mejor Conectados / Mejor integrados

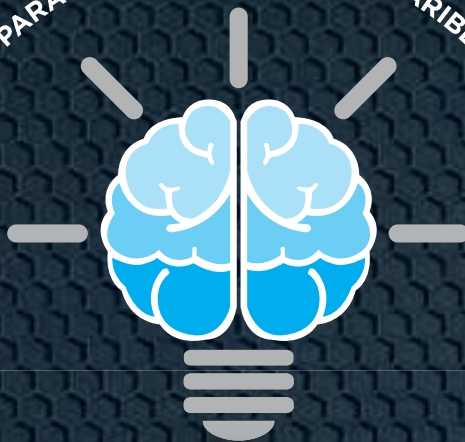
El análisis de expertos  
junto a toda la  
información sobre  
la integración  
y el comercio regional  
en forma mensual.

## Nuevo SITIO! Nuevo NOMBRE!

Ahora la “Carta Mensual”  
se llama: “Conexión Intal”

# INTAL-LAB

UN ESPACIO DE ENCUENTRO PARA LA CO-CREACIÓN  
DE IDEAS INNOVADORAS EN INTEGRACIÓN Y COMERCIO  
PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



EL INSTITUTO PARA LA INTEGRACIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE INAUGURA EL **INTAL-LAB**, UN ESPACIO PARA REIMAGINAR JUNTOS EL FUTURO DE LA REGIÓN. EXPERTOS MUNDIALES, HACKATONES, RALLIES DE INNOVACIÓN, EXPERIMENTOS DE CROWDWORKING, SEMINARIOS, DESIGN THINKING Y MUCHO MÁS, COMO MODO DE FOMENTAR INTELIGENCIA COLECTIVA QUE MEJORE VIDAS EN LOS GRANDES TEMAS DE LA INTEGRACIÓN Y EL COMERCIO REGIONAL.



[WWW.IADB.ORG/INTAL](http://WWW.IADB.ORG/INTAL)