

Implicancias para el empleo de la revolución de la IA y la robótica

Vittorio Corbo

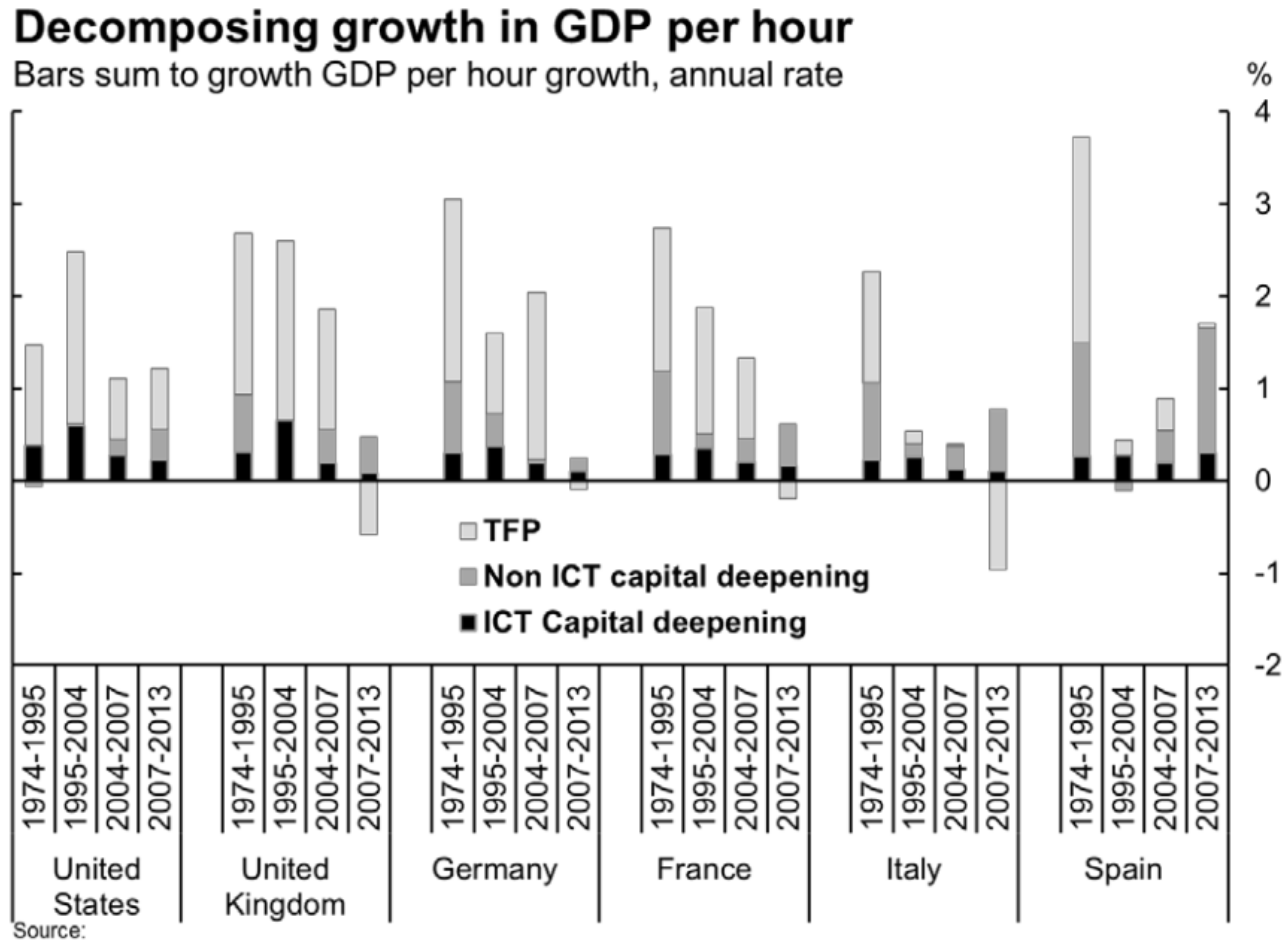
23 de agosto de 2018

1. Implicancias para la Productividad y el Crecimiento

Determinantes del Crecimiento Económico

- Solow (1958) dio origen a la teoría moderna del crecimiento.
- El crecimiento del PIB/L se logra por transpiración (crecimiento de K/L) y por la inspiración (crecimiento de la productividad total de factores).
 - $PIB_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$
 - De donde, $\ln(PIB_t) = \ln(A_t) + \alpha \ln(K_t) + (1 - \alpha) \ln(L_t)$
 - Restando en ambos lados $\ln(L_t)$:
 - $\ln\left(\frac{PIB_t}{L_t}\right) = \ln A_t + \alpha \ln\left(\frac{K_t}{L_t}\right)$
 - Hay rendimientos decrecientes al capital por trabajador, por lo que crecimientos altos y sostenidos del PIB requieren de un salto sostenido en la tasa de crecimiento de la productividad total de factores (A_t : PTF).

Determinantes del Crecimiento Económico: Economías Avanzadas



Source: Bergeaud, Cette, and Lecat (2014) and Cette, Clerc and Bresson (2015).

Determinantes del Crecimiento Económico: EE.UU.

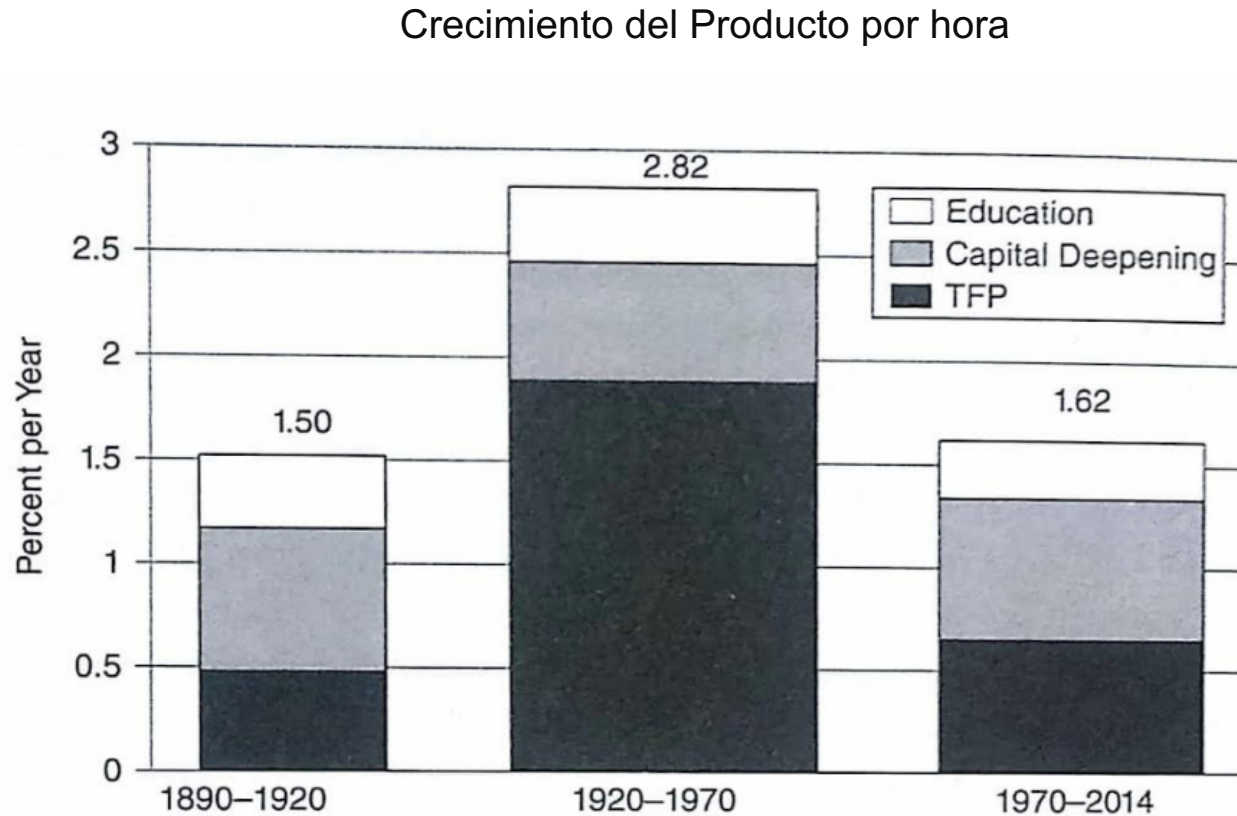


Figure 1-2. Average Annual Growth Rates of Output per Hour and Its Components, Selected Intervals, 1890-2014

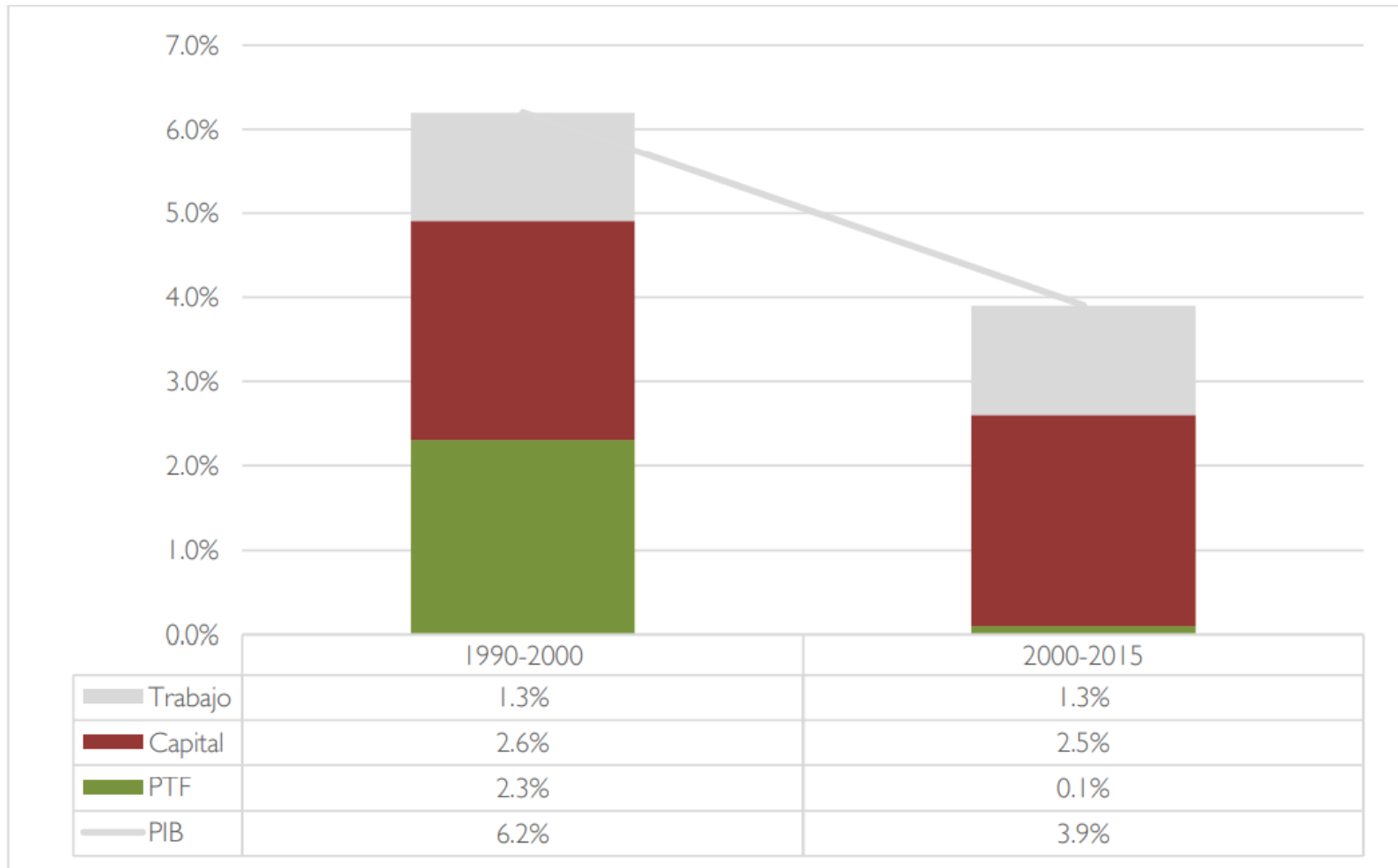
Fuente: Gordon, R. (2016). The rise and fall of American growth.

Productividad, Crecimiento y Bienestar

En Chile caída de crecimiento del PIB está asociada a caída en la PTF

- Las contribuciones al crecimiento del trabajo y del capital variaron muy poco entre los períodos 1990-2000 y 2000-2015, pero la PTF cayó un 96% (2.2 puntos porcentuales).
 - En la práctica, toda la caída en la tasa promedio de crecimiento del PIB entre los dos períodos se puede atribuir a la PTF.
- Para dar un salto en el crecimiento lo que se requiere hoy es dar un salto duradero en la tasa de crecimiento de la PTF.

Determinantes del Crecimiento del PIB: Chile



Fuente: Comisión Nacional de Productividad.

Determinantes del Crecimiento Económico

- Las **políticas económicas** y las **instituciones** son parte de las variables fundamentales que afectan tanto los incentivos para aumentar el capital físico y humano por trabajador como la PTF.
- El rol de las instituciones en el crecimiento es reconocido a partir de los trabajos de Douglass North y, más recientemente, de Daron Acemoglu y sus coautores.
- Dada la importancia del crecimiento para mejorar el bienestar de la población, el estudio de sus determinantes es un tema de mucho interés.
- Un estudio muy citado al respecto es el de la Comisión Independiente de Crecimiento y Desarrollo (que presidió el Premio Nobel de economía Michael Spence).

Elementos comunes de la estrategia de países exitosos

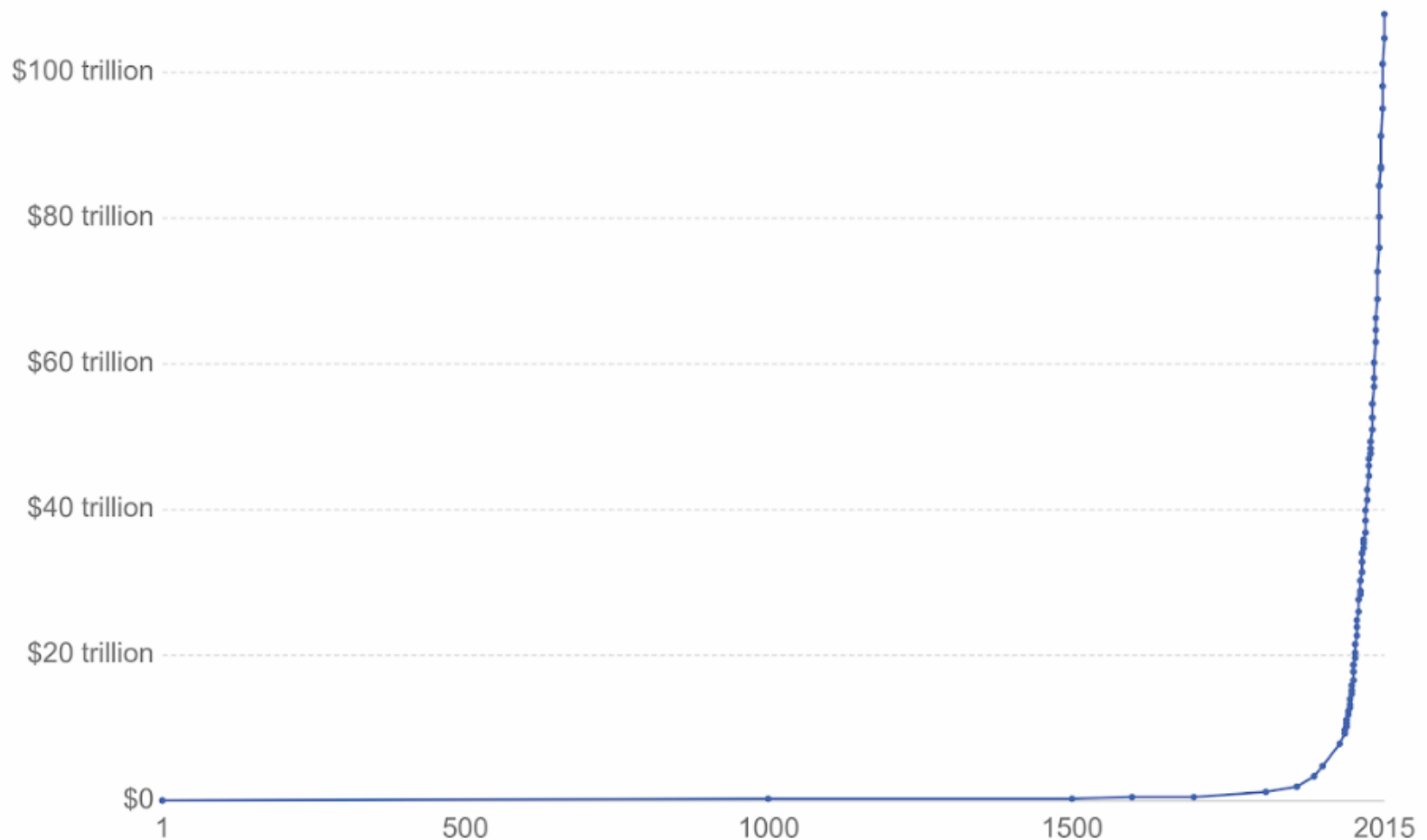
- La Comisión Spence revisó los elementos comunes en los países exitosos, estos es que lograron un importante salto en productividad y encontró que éstos se caracterizaban por:
 - (1) aprovechar las oportunidades que ofrece la economía global (especialmente importante para países pequeños);
 - (2) mantener la estabilidad macroeconómica y financiera (importante para todos los países);
 - (3) asignar los recursos y los bienes y servicios principalmente a través de mercados competitivos (para todos los países);
 - (4) alcanzar altas tasas de ahorro e inversión;
 - (5) mejorar la calidad de la educación, especialmente la temprana, básica, media y técnica;
 - (6) crear un Estado eficaz y eficiente que facilite el emprendimiento y provea bienes públicos de calidad (derechos de propiedad, cumplimiento de contratos, regulación).

- El crecimiento mundial fue muy bajo entre la era de Cristo y 1820: **6 por ciento por siglo** o 0,06 por ciento por año.
- El mayor salto en la tasa de crecimiento se dio en período 1870-1970.
- Este fue el resultado de la lenta introducción de innovaciones derivadas de la primera revolución industrial (máquina a vapor, transporte y ferrocarriles) que originó un salto de la PTF.
- Nuevos saltos en la productividad surgieron de la segunda revolución industrial (motor a combustión interna, aviones, fertilizantes y químicos).

- Otro impulso vino de la tercera revolución industrial, la revolución digital (información, microelectrónica y comunicaciones).
- La cuarta revolución industrial –IA, robótica y máquinas que aprenden–, está en pleno desarrollo y tiene el potencial para impulsar la productividad en diferentes partes de la economía.

World GDP over the last two millennia

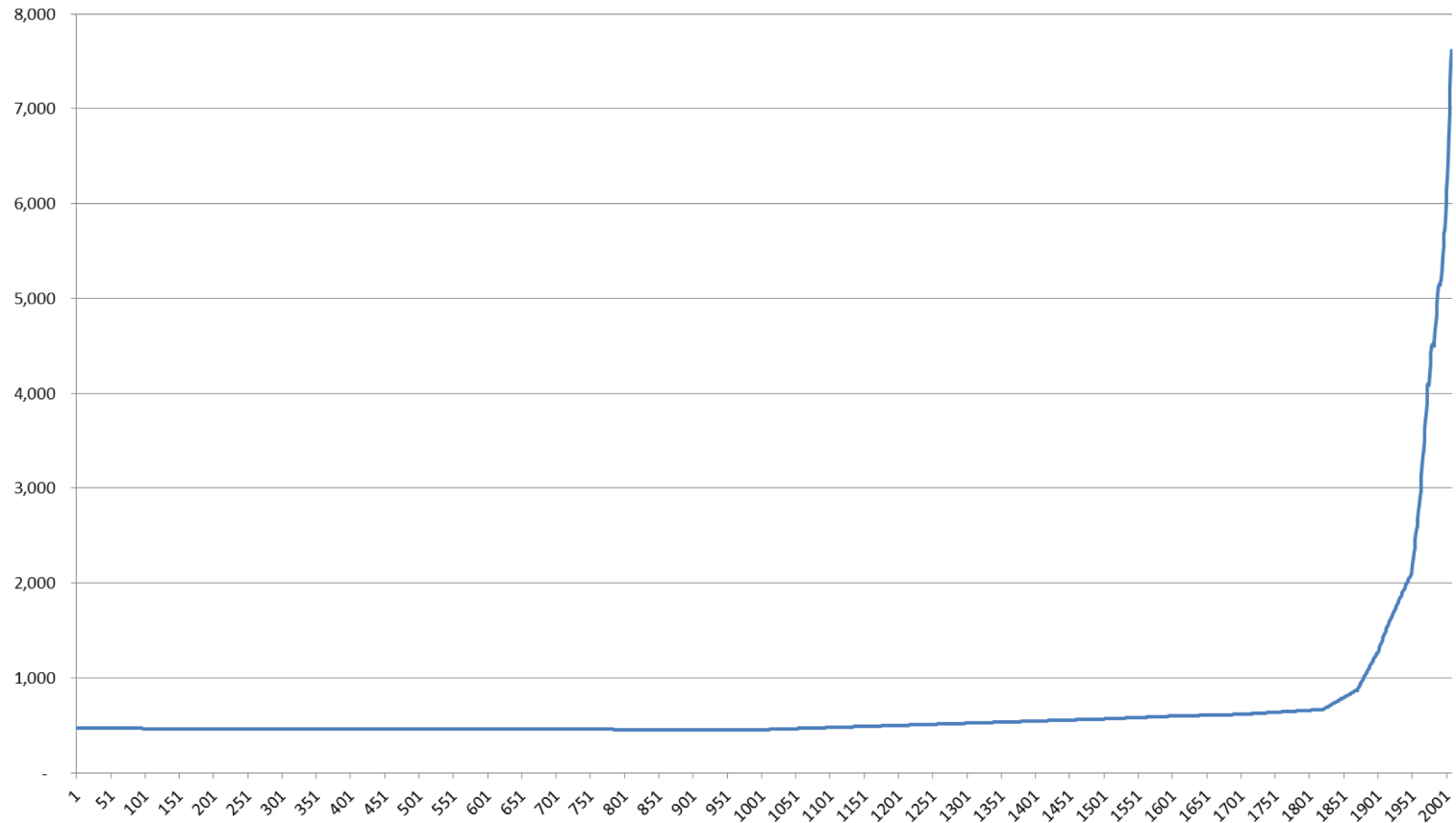
Total output of the world economy; adjusted for inflation and expressed in 2011 international dollars.



Source: World GDP - Our World In Data based on World Bank & Maddison (2017)

OurWorldInData.org/economic-growth • CC BY-SA

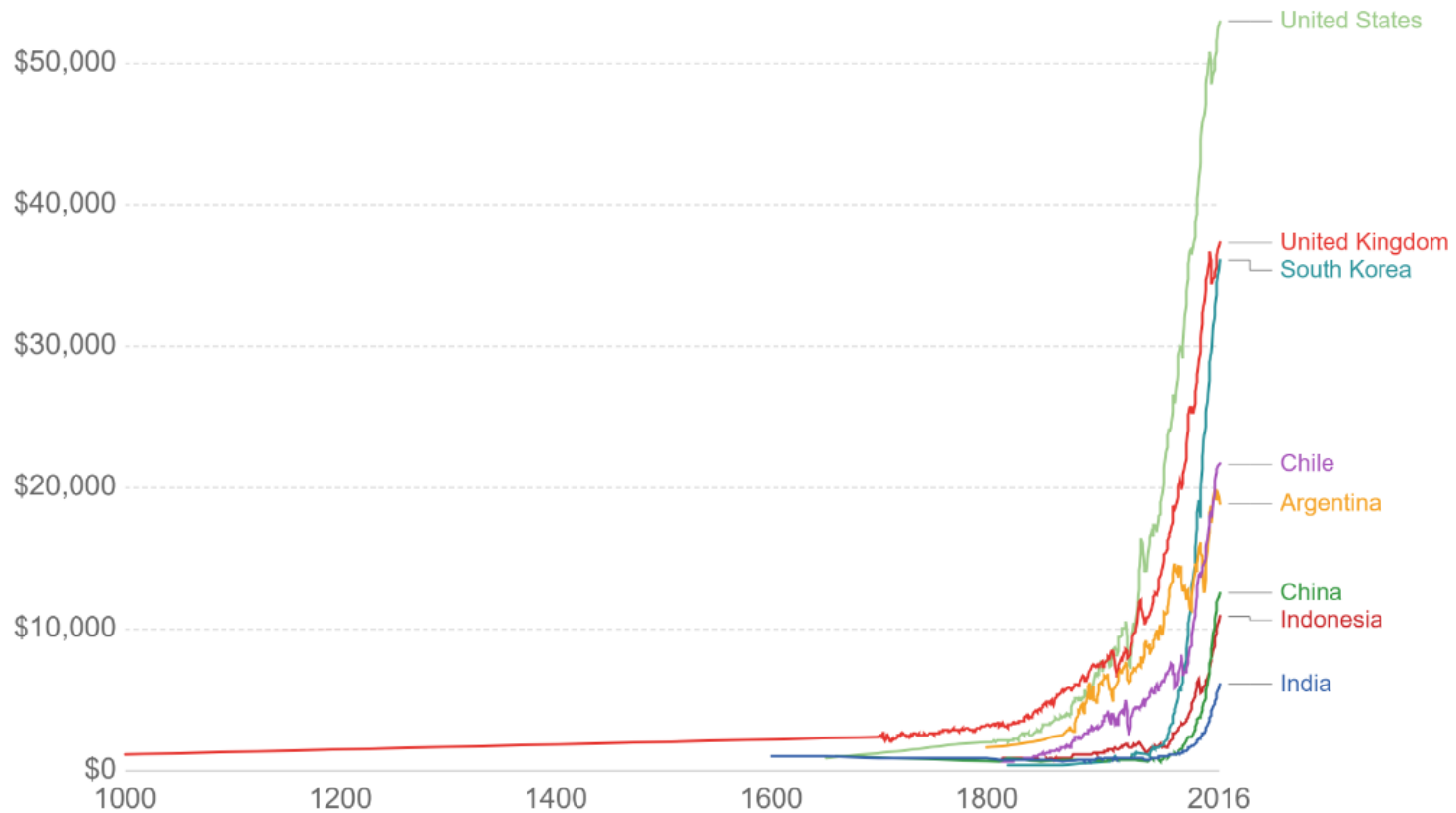
PIB per cápita mundial
(dólares internacionales 1990)



Fuente: Maddison: Statistics on World Population, GDP and per capita GDP.

GDP per capita

Real GDP per capita is measured using US\$, inflation adjusted at prices of 2011. A single benchmark in 2011 makes these series suitable for studying the growth of incomes over time (but not for comparing income levels between countries over time).

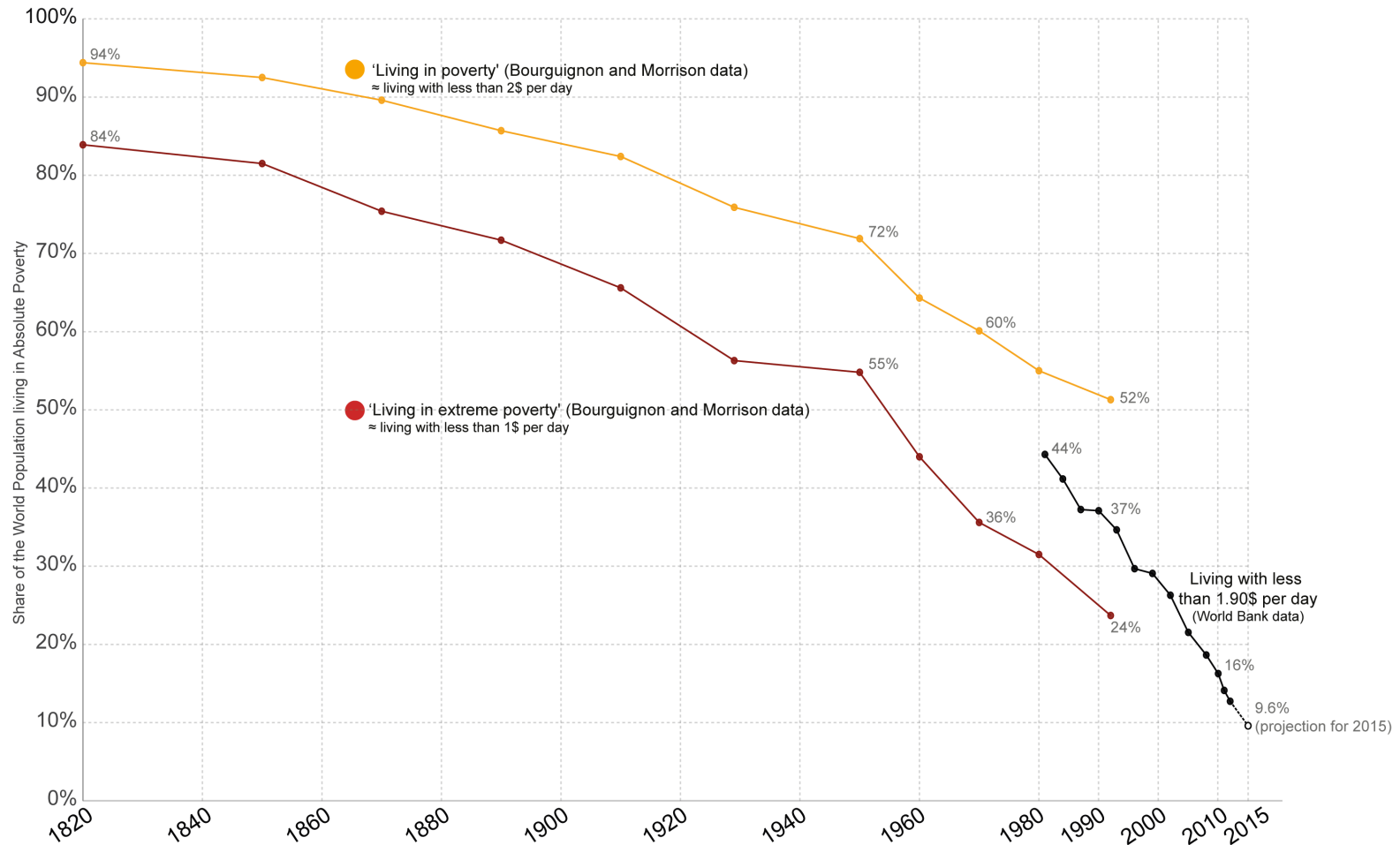


Source: Maddison Project Database (2018)

CC BY-SA

Share of the World Population living in Absolute Poverty, 1820-2015

All data are adjusted for inflation over time and for price differences between countries (PPP adjustment).



Data sources: 1820-1992 Bourguignon and Morrison (2002) - Inequality among World Citizens, In The American Economic Review; 1981-2015 World Bank (PovcalNet)

The interactive data visualisation is available at OurWorldinData.org. There you find the raw data and more visualisations on this topic.

Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

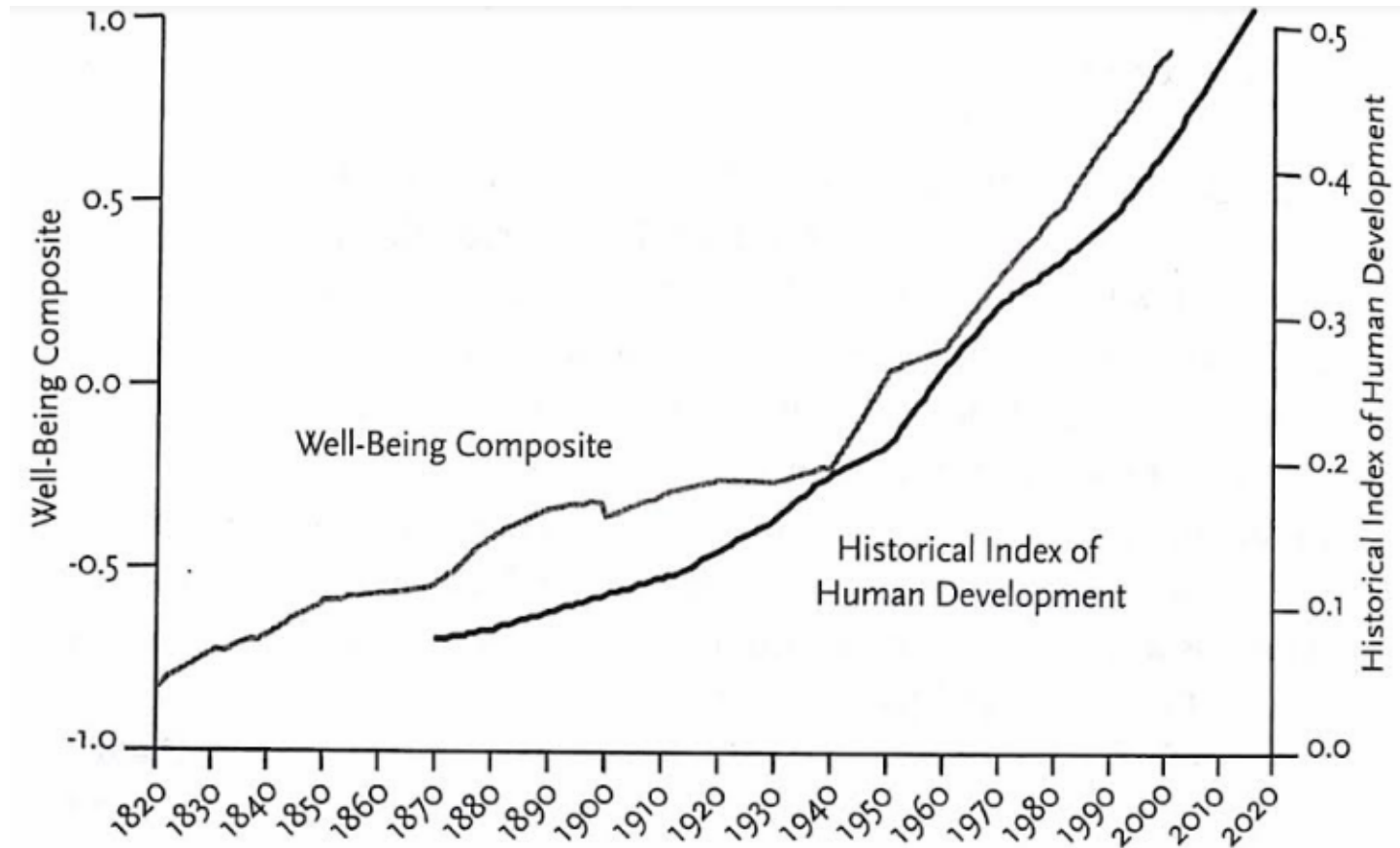
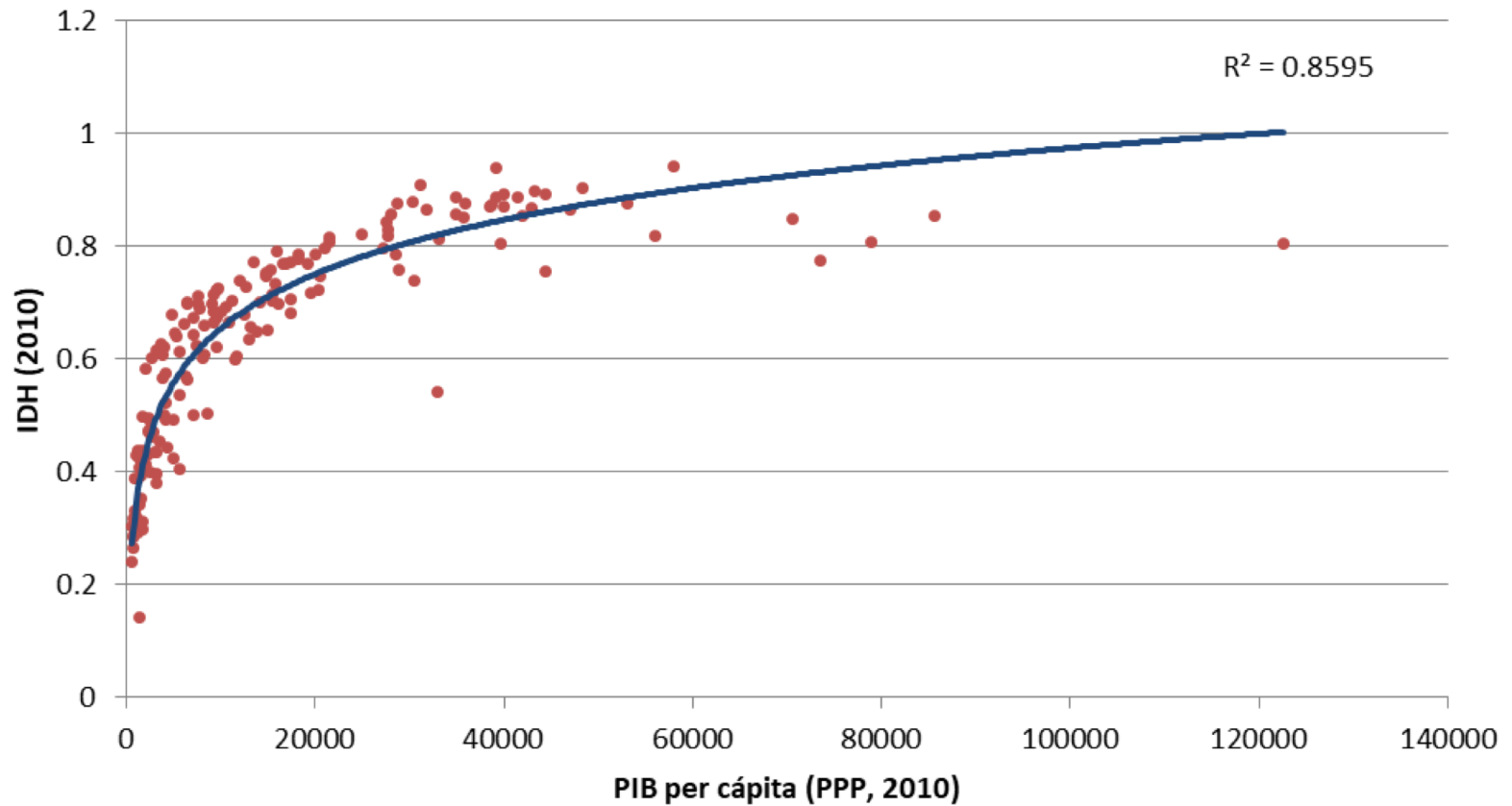


Figure 16-6: Global well-being, 1820–2015

Sources: Historical Index of Human Development: Prados de la Escosura 2015, 0–1 scale, available at *Our World in Data*, Roser 2016h. Well-Being Composite: Rijpma 2014, p. 259, standard deviation scale over country-decades.

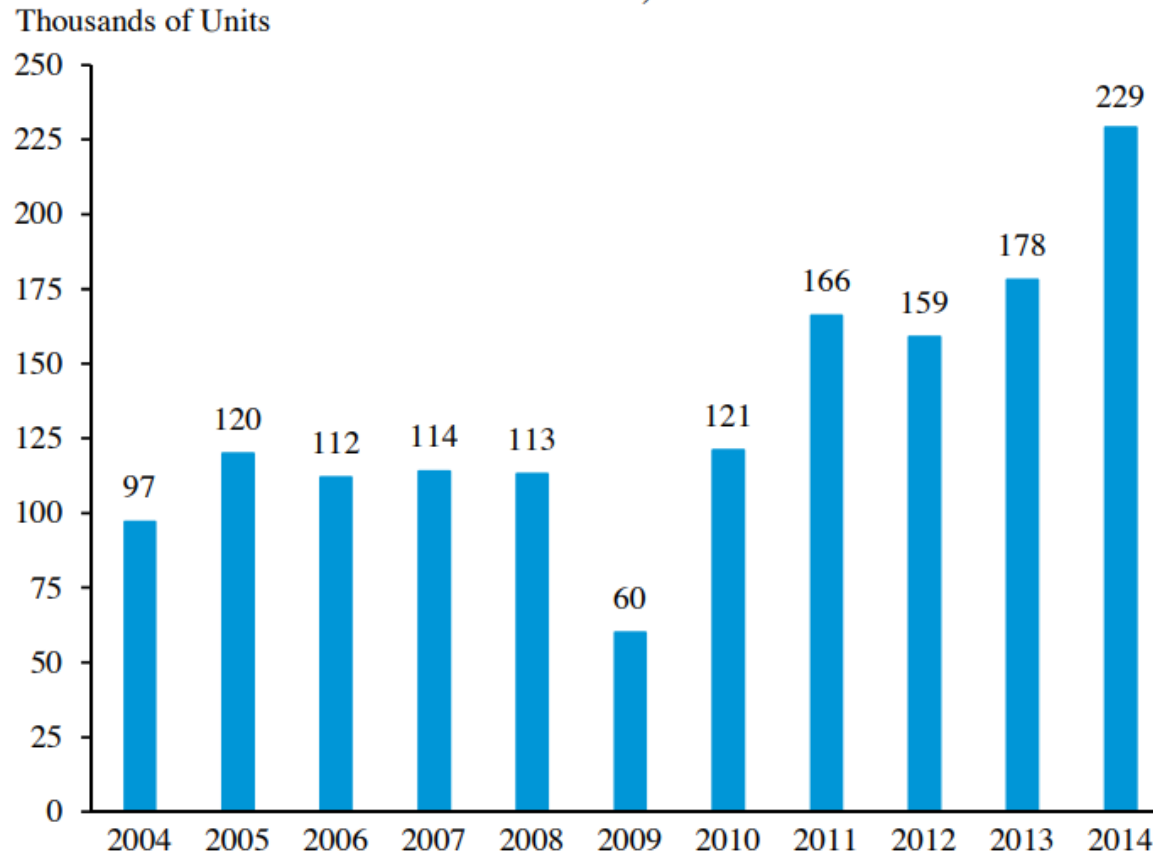
Relación PIB per cápita-Índice de Desarrollo Humano



Fuente: PNUD y Banco Mundial.

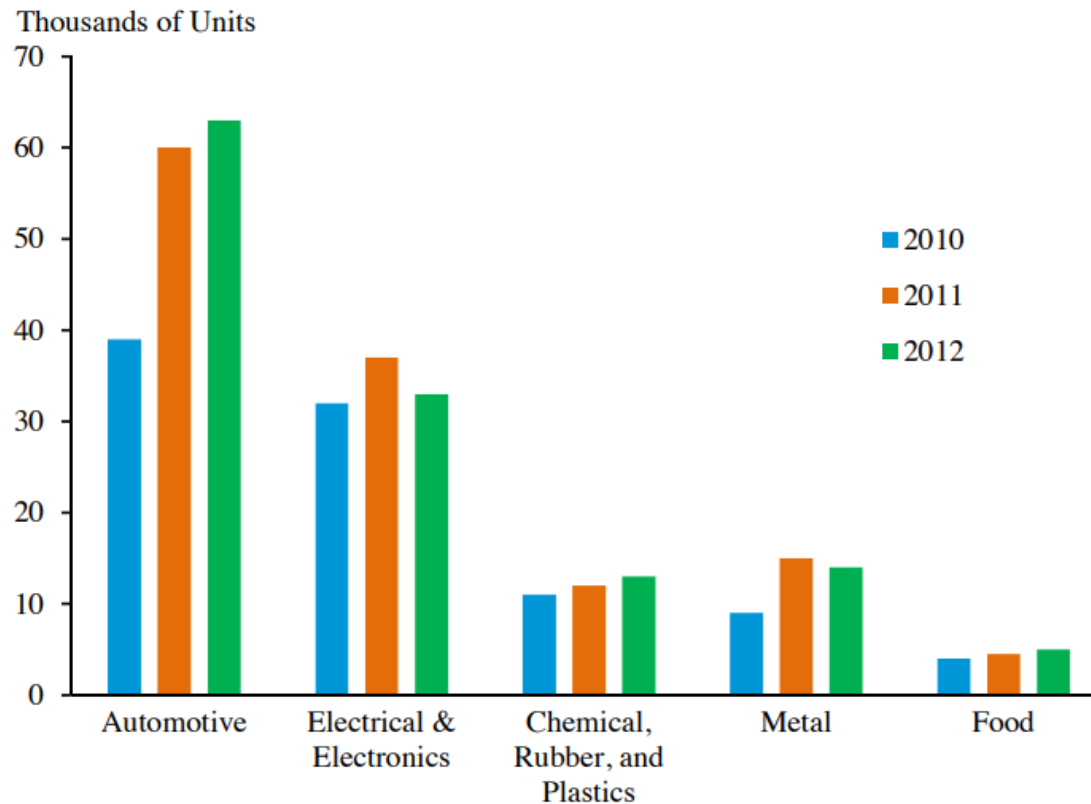
- La IA, la robótica y el aprendizaje de las máquinas, junto con la tecnología de la información, pueden ser una fuente importante de aumentos en la PTF (Bloom, Sadum y Van Reenen, 2012).
- Un estudio reciente estima que en el período 1993-2007 la robótica le agregó 0,37 puntos porcentuales (un 10%) al crecimiento (Graetz y Michaels, 2015).
 - El mismo estudio encuentra que la IA y la robótica le agregó también 0,36 puntos porcentuales a la productividad del trabajo (un 16%).
 - Efectos en la productividad del trabajo son similares a la contribución estimada de la introducción de los motores de vapor (Crafts, 2014).
- Pero hay autores escépticos como Gordon quién sostiene que “éstas innovaciones son menos transformadoras que la electricidad, el automóvil y la comunicación inalámbrica”.

Figure 5-11
**Estimated Worldwide Annual Supply of
Industrial Robots, 2004–2014**



Source: International Federation for Robotics, World Robotics 2015.

Figure 5-12
**Estimated Annual Shipments of Industrial Robots
by Main Industries, 2010–2012**



Source: International Federation for Robotics, World Robotics 2014.

2. Implicancias para el Mercado laboral

- Los avances tecnológicos disruptivos generan preocupación por los eventuales efectos en el empleo.
 - Un ejemplo temprano y clásico en esta dirección fue el movimiento Ludita de trabajadores textiles calificados de comienzos del siglo XIX en Inglaterra contra la introducción de máquinas tejedoras.
 - John Maynard Keynes (1930) predijo que la rápida penetración de la automatización crearía “desempleo tecnológico”.
 - Wassily Leontief (1982), premio Nobel de Economía, también manifestó preocupaciones por el desempleo tecnológico que podría desarrollarse.
- En contraposición Clark (1951) manifiesta que los aumentos de ingreso crean nuevas demandas por trabajo y Baumol (1967) que hay reasignación del trabajo hacia sectores rezagados.

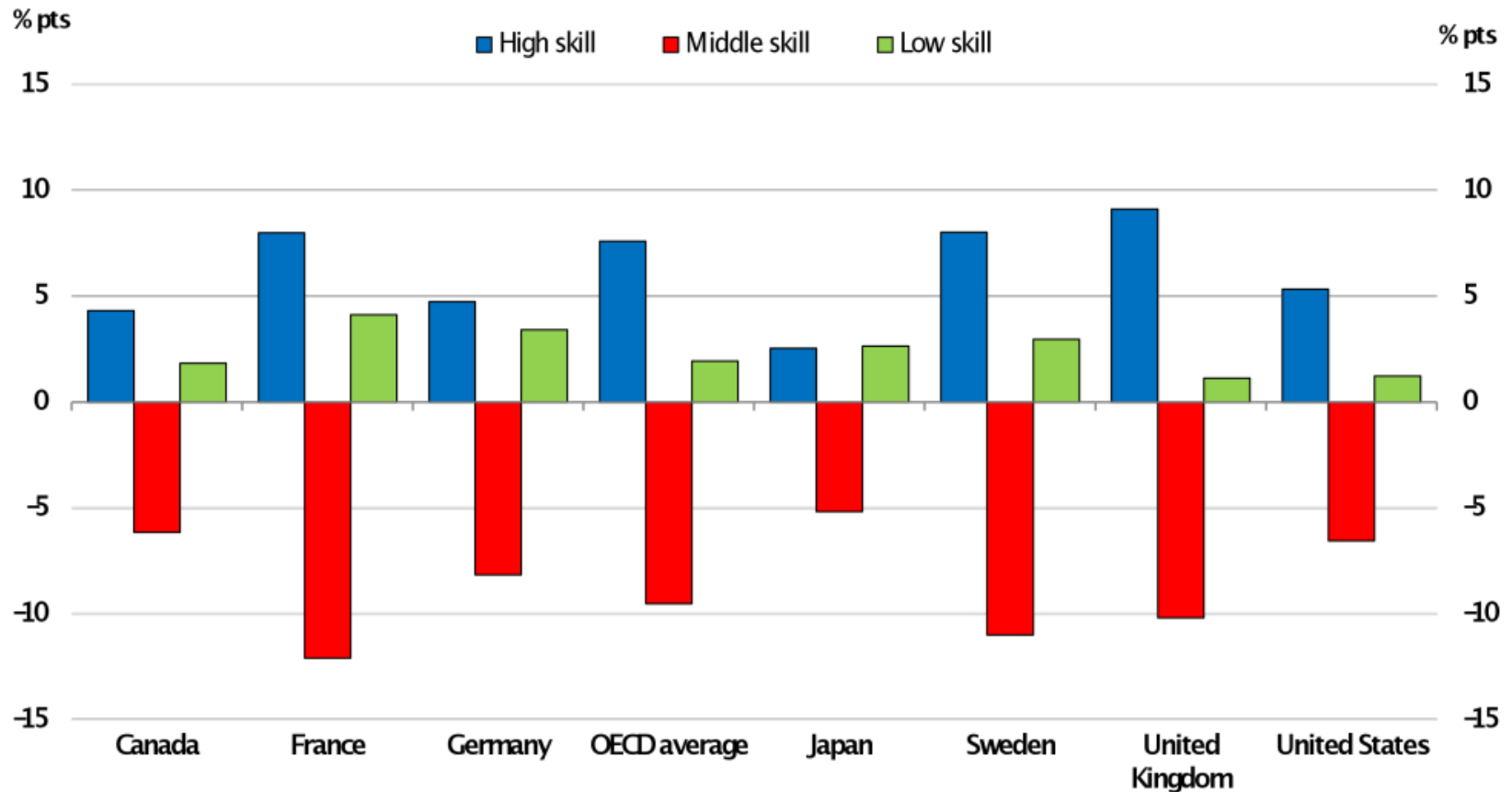
- Las máquinas pueden directamente reemplazar algunas tareas:
 - Son mejores para ejecutar tareas repetitivas, bien definidas y predecibles;
 - Así, las tareas más expuestas son los trabajos rutinarios manuales: trabajadores fabriles, de la construcción, y mecánicos;
 - Pero también trabajos que usan habilidades cognitivas, como vendedores, intermediarios financieros, choferes y secretarias.
- Pero las máquinas tienen menos ventajas para reemplazar tareas que requieren esfuerzos abstractos o no rutinarios.
- Tampoco son tan buenas para tareas que requieren de juicio o habilidades de interacción entre personas.

- Las innovaciones son, en general, sesgadas hacia el capital humano creando problemas para los trabajadores con menores niveles de calificación.
- Esto termina ampliando la brecha de salarios entre trabajadores con alta y con baja calificación (Autor, 2015).
- Aquí surge un rol importante para la política pública en preparar a los estudiantes y a la fuerza de trabajo para enfrentar esta nueva realidad y asistir a los que quedan atrás.

- La automatización resulta en fuerzas contrapuestas que destruyen y generan empleos.
 - De una parte, hace posible reemplazar directamente por máquinas las tareas que antes hacían trabajadores (substituto del empleo).
 - De otra, a nivel macro, el aumento del ingreso que hacen posible estas innovaciones aumenta la demanda por bienes y servicios y, como resultado, se crean nuevos empleos.
 - Lo que si se da es un cambio en la composición de los empleos hacia trabajos que requieren mucho capital humano o poco capital humano, en desmedro de los que requieren niveles intermedios.

Implicancias para el mercado laboral

Job Polarization by Country – Change in Share of Total Employment by Skill Level, 1995-2015



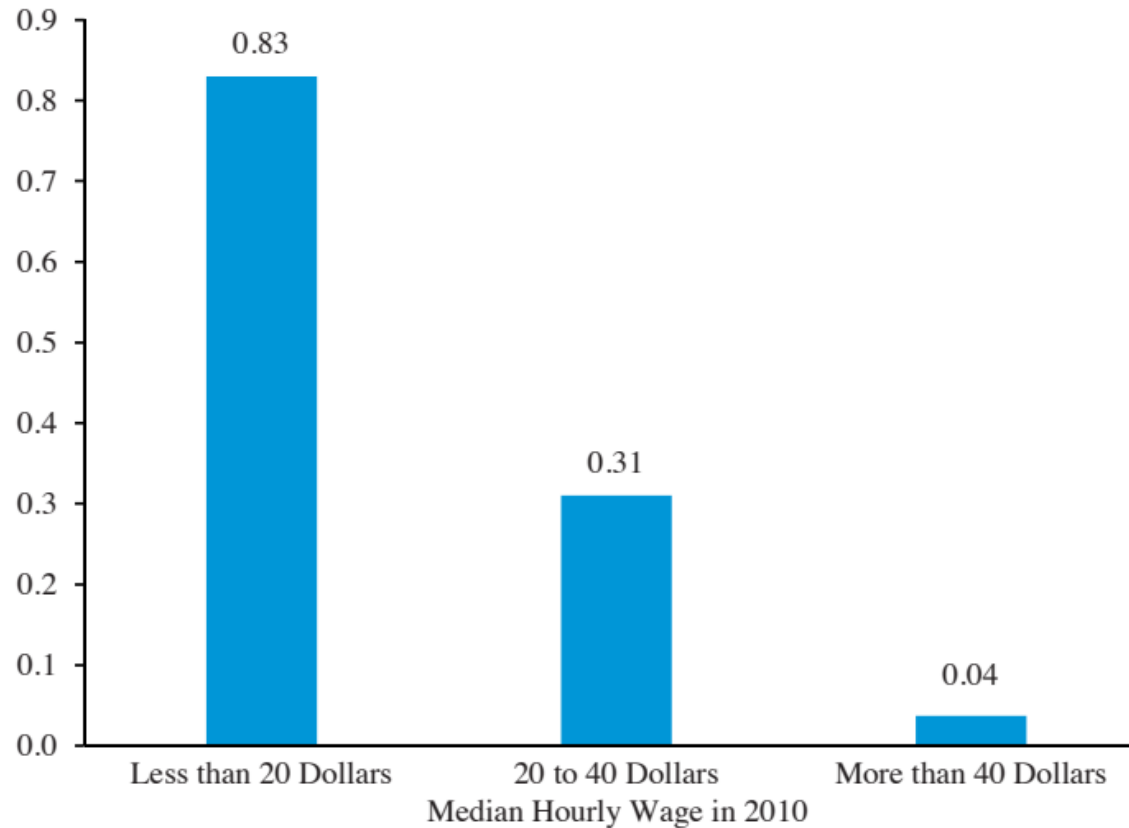
Note: OECD is the unweighted average of 24 economies. For Japan 1995-2010. Source: OECD Employment Outlook 2017, European Union Labor Force Survey Labor Force Surveys for Canada, Japan and the US, and OECD calculations.

Fuente: Darrel W. West, The Future of Work, Robots, AI, and Automatization, Brookings (2018).

Figure 5-15

Probability of Automation by an Occupation's Median Hourly Wage

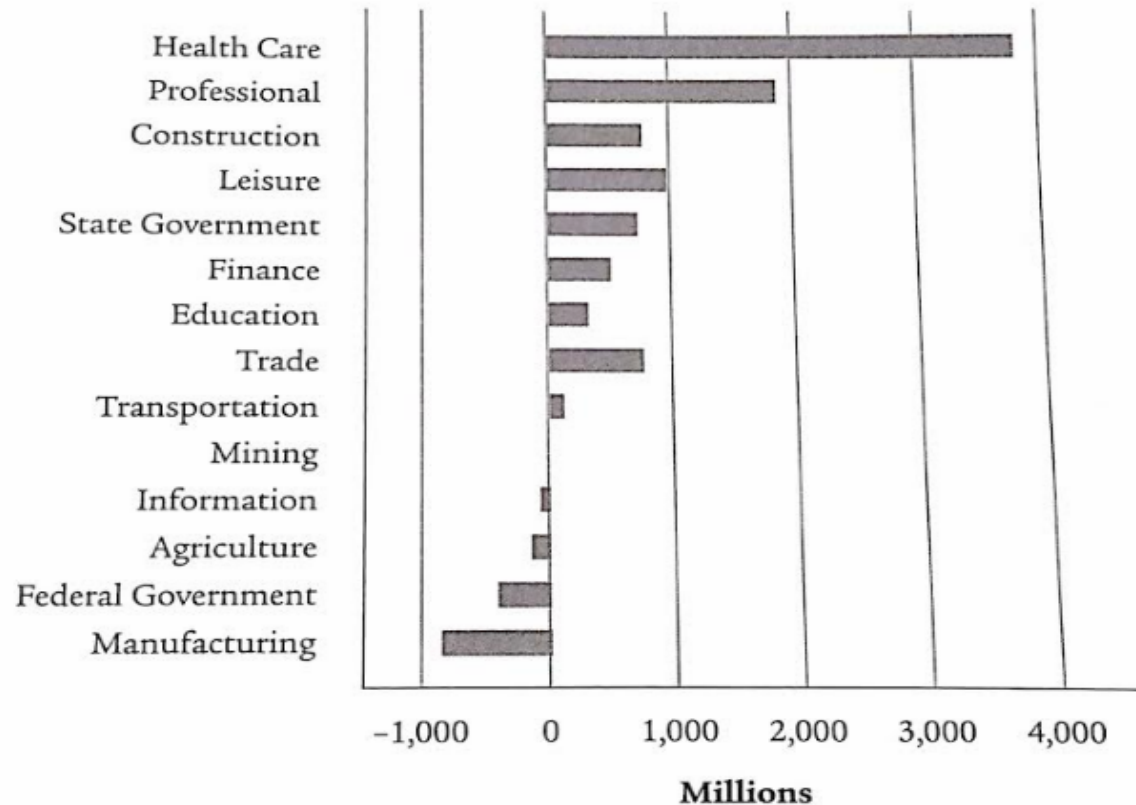
Median Probability of Automation



Source: Bureau of Labor Statistics; Frey and Osborne (2013); CEA calculations.

Fuente: Darrel W. West, The Future of Work, Robots, AI, and Automatization, Brookings (2018).

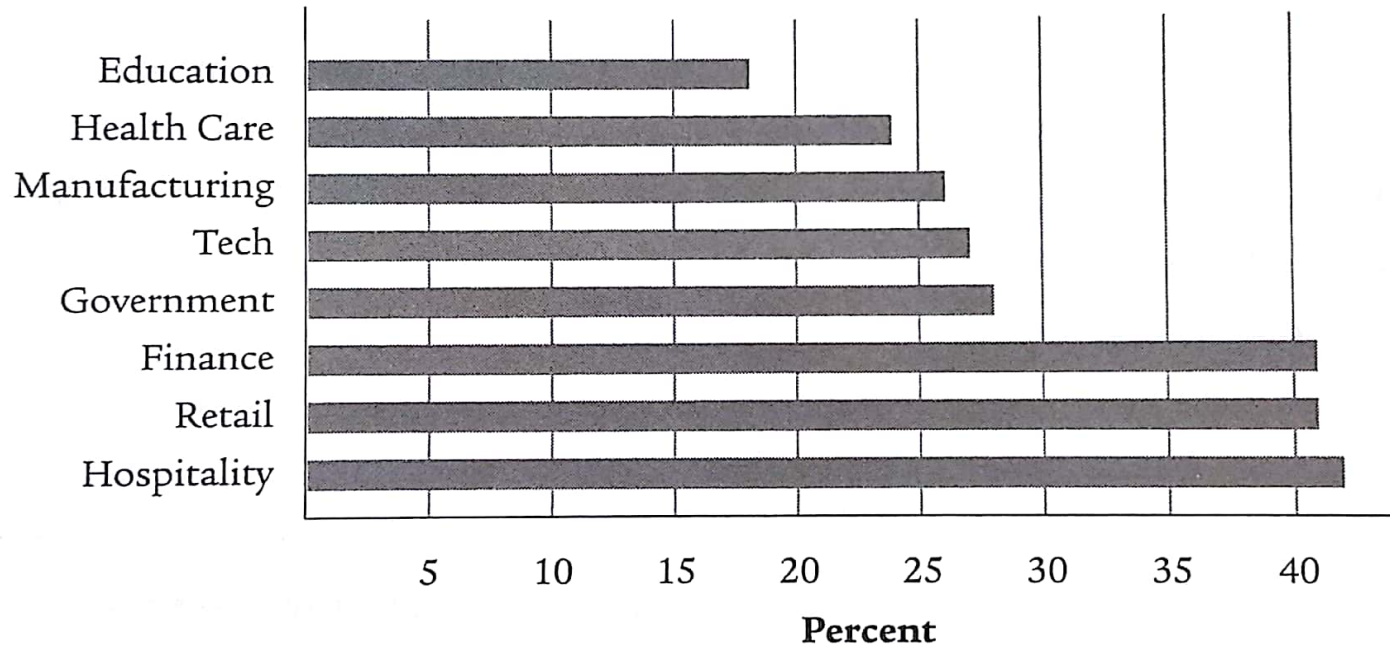
Figure 4-2 Future Employment Projections by Sector, 2014–24



Source: Bureau of Labor Statistics, “Employment Projections,” December 8, 2015.

Fuente: Darrel W. West, *The Future of Work, Robots, AI, and Automatization*, Brookings (2018).

Figure 4-3 People's Perceptions about Sector Job Losses, 2017



Source: Aaron Smith and Monica Anderson, “Automation in Everyday Life,” Pew Research Center, October 4, 2017.

Fuente: Darrel W. West, *The Future of Work, Robots, AI, and Automatization*, Brookings (2018).

Riesgo de pérdidas de empleos

- Estimaciones de los riesgos potenciales de pérdidas de empleos:
 - De un estudio de 702 agrupaciones de ocupaciones en los EE.UU., 47% de los trabajadores tienen una alta probabilidad de que sus empleos sean automatizados (Frey y Osborne, 2017);
 - Otro estudio de la UE encontró que 54% de los empleos están en riesgo de ser automatizados (Bruegel, 2014);
 - Un estudio reciente del McKinsey Global Institute encontró que un 30% de las tareas pueden ser automatizadas para el año 2030.
 - Las tareas más expuestas están en servicios de comida rápida, finanzas, operadores de maquinarias, transporte, procesamiento de hipotecas, contabilidad y trabajo paralegal.

- Con todo, existen importantes discrepancias sobre el efecto que estas tecnologías pueden tener en el mercado laboral:
 - Brynjolfsson y McAfee (2014) sostienen que “El progreso tecnológico (derivado de estas tecnologías) va a dejar atrás alguna personas, tal vez muchas, a medida que sigan avanzando”.
 - Acemoglu y Restrepo (2018) estudian el impacto de la introducción de robots en mercados locales de EE.UU., entre 1990 y 2007, en un modelo en que los robots compiten con humanos.
 - Ellos encuentran que un robot adicional por cada mil trabajadores reduce la razón empleo a población en alrededor de 0,2 pp. y los salarios en alrededor de 0,37 por ciento.

- Graetz y Michels (2015) encuentran que los robots industriales aumentan los salarios y el valor agregado, resultando en un aumento en la demanda por trabajadores calificados en Europa.
- Autor y Salomons (2018) examinan el impacto de los aumentos de productividad en el empleo y en la participación del trabajo con una muestra de 28 industrias para 18 países de la OCDE.
- Su metodología considera los efectos directos de la automatización en el sector donde se introduce y los efectos derrames o indirectos en el resto de la economía.
- El efecto derrame opera a través de dos canales: los efectos indirectos ascendentes y descendentes en sectores vinculados y el efecto en la demanda agregada resultante del mayor PIB.

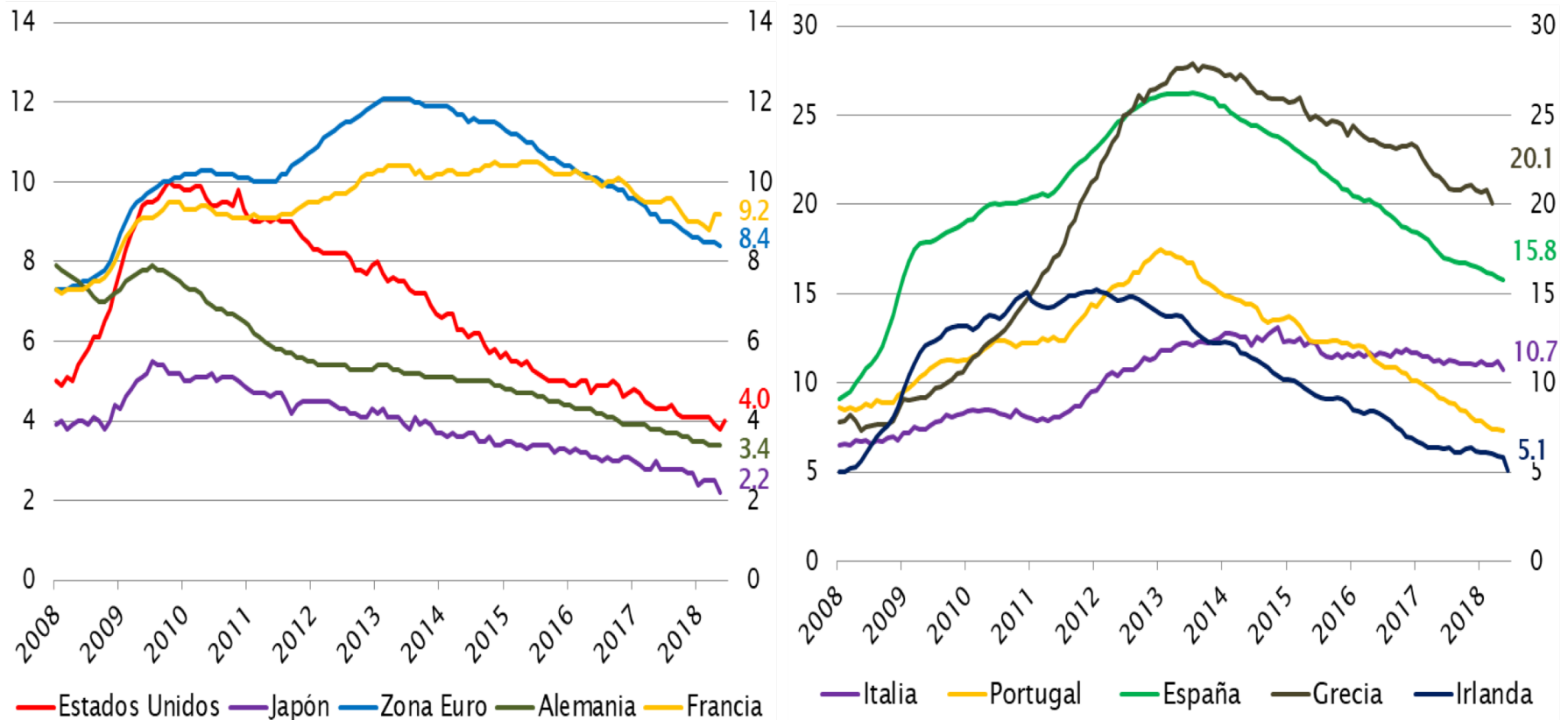
- Su principal resultado es que la automatización, medida de distintas formas, reduce el empleo directo pero no el empleo total por los efectos derrame.
 - La mayor contribución al empleo total proviene del efecto derrame en sectores encadenados hacia arriba (los sectores demandantes de esos bienes o servicios).
 - Cuando se consideran los efectos directos e indirectos las manufacturas tienen los efectos directos menos negativos y los servicios con baja tecnología los efectos derrames más positivos (esperanzador).
 - En contraste, la automatización si reduce la participación del trabajo en el producto, y esto se ha exacerbado en la década del 2000.

- Las cifras agregadas de empleo y desempleo son consistentes con esto.
 - A pesar que la mayoría de las innovaciones han estado orientadas a reemplazar trabajadores por máquinas (tractores, producción en línea, computadoras), los empleos han crecido con la fuerza laboral.
 - Con una gran crisis financiera y la revolución en la IA y la robótica, las tasas de desempleo están en mínimos en muchos años en los países que están en la frontera de estos avances.
 - Esto en un mundo de inflaciones bajas y estables.

Implicancias para el mercado laboral

Las tasas de desempleo de Japón, EE.UU. y Alemania en mínimos del siglo XXI

Tasa de desempleo 2008 - 2018
(porcentaje)

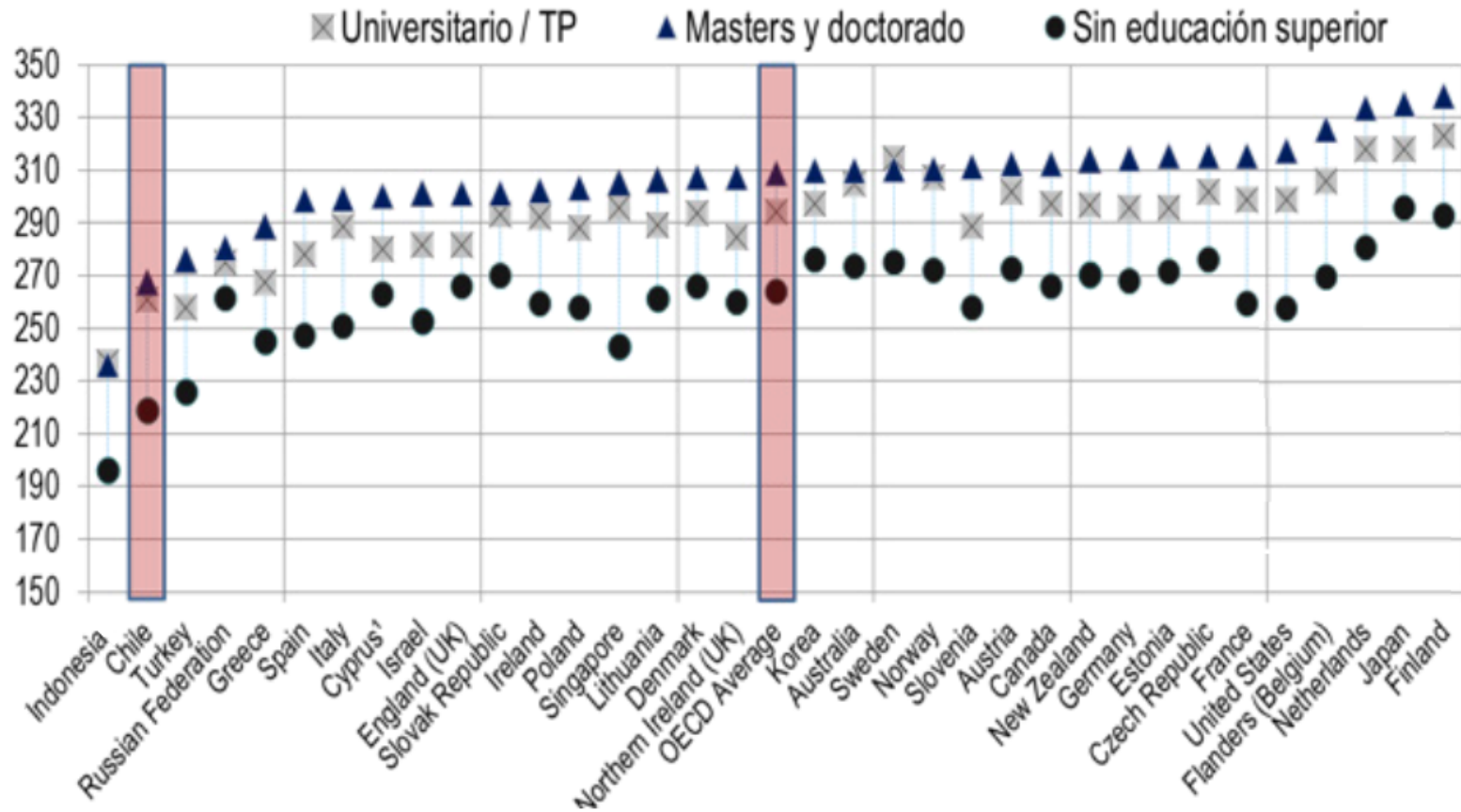


Fuente: Bloomberg.

2.3. Implicancias para Chile

- Chile está mal preparado para enfrentar las oportunidades y retos de la revolución de la IA y la robótica.
 - El sistema educacional y la fuerza laboral tienen importantes carencias y la legislación laboral está mal preparada para enfrentar los retos.

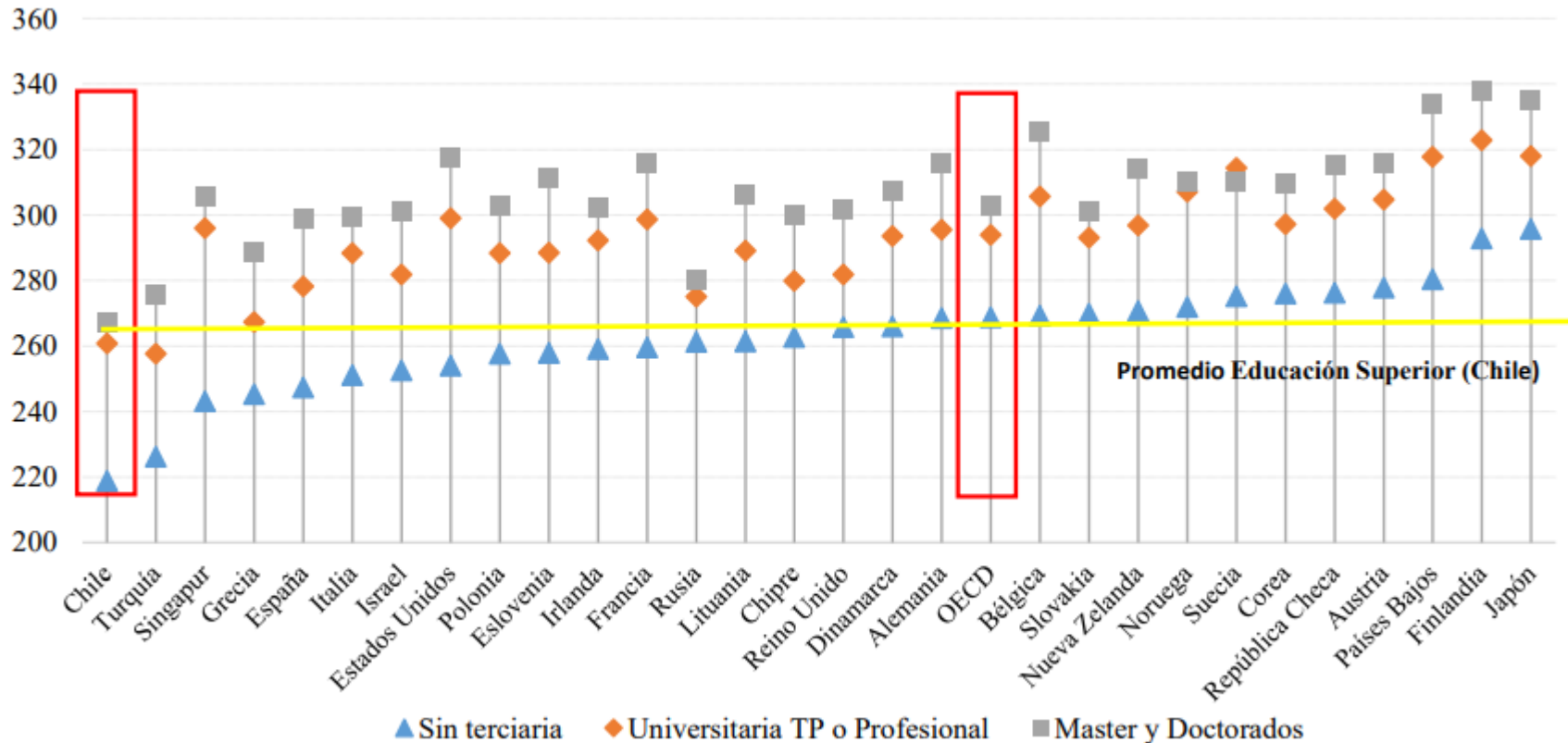
Figura 4: Competencias Lectoras según nivel educacional, adultos entre 25 y 34 años



Fuente: Montt & Granados (2016) a partir de Survey of Adult Skills (PIAAC) (2012, 2015).

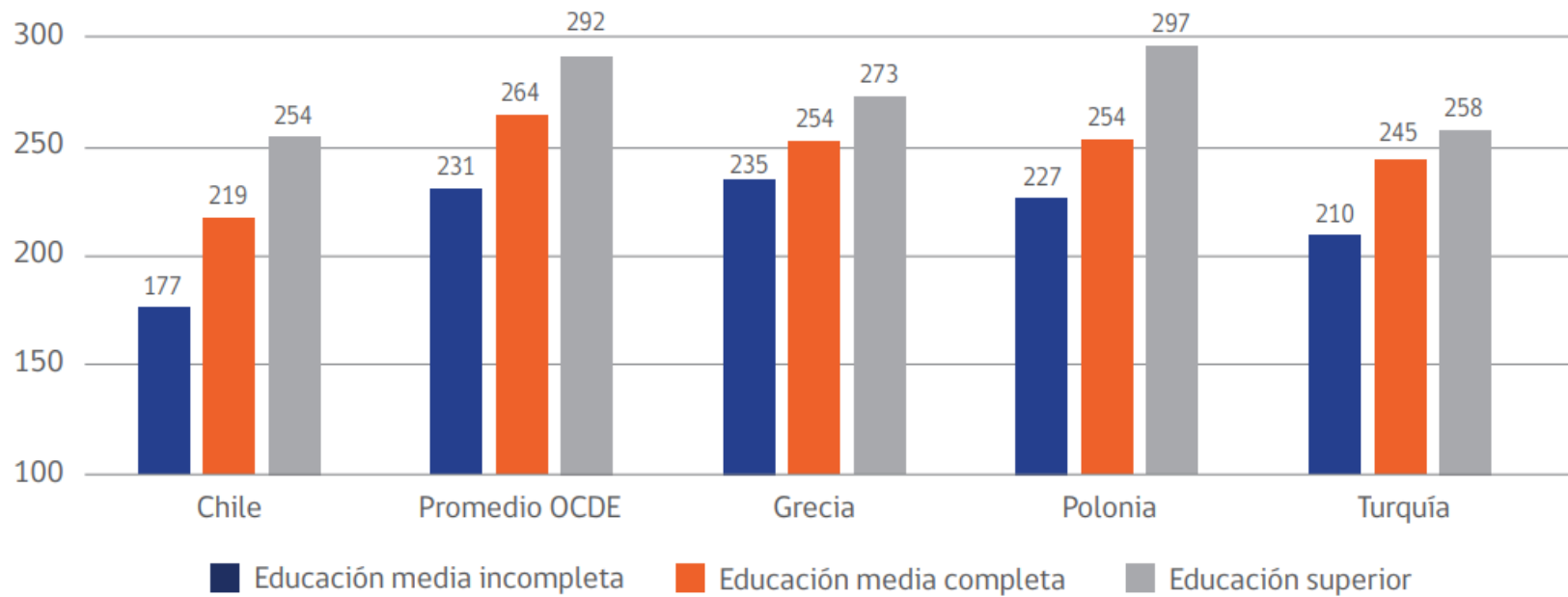
Fuente: Comisión Chilena de Productividad (2018). Formación de Competencias para el trabajo en Chile.

Figura 2: Competencias Lectoras PIAAC 2015, adultos 25-34 años



Fuente: Comisión Chilena de Productividad (2018). Formación de Competencias para el trabajo en Chile.

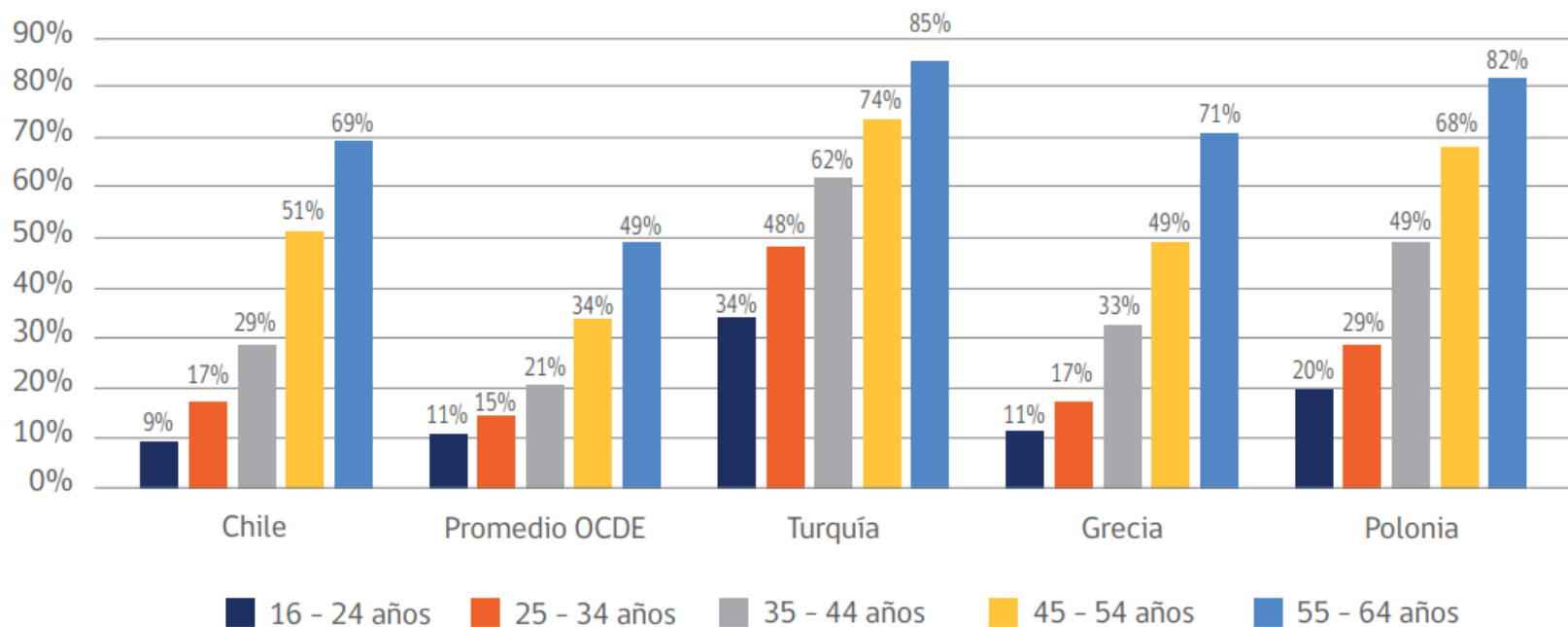
GRÁFICO 5: Puntajes promedio en comprensión lectora por nivel educativo



Fuente: Ministerio de Educación (2016). Competencias en la población adulta en Chile: Resultados PIAAC.

- El mercado laboral arrastra problemas de funcionamiento: el 33 por ciento de la población entre 18 y 64 años no estudian a tiempo completo, tienen empleos precarios o están desempleados (OCDE, 2018).
 - Entre los 20 y los 24 años, el 57 por ciento de la población no se encuentra estudiando (OCDE, 2017)
- La ocupación informal alcanzó a un 28,7 por ciento de los ocupados en el trimestre móvil terminado en junio del 2018 (INE).
- La informalidad es un problema que afecta principalmente a la fuerza de trabajo menos calificada, a las mujeres, jóvenes, inmigrantes y pueblos originarios.

GRÁFICO 12: Porcentaje de adultos que falla o no tiene experiencia en el uso del computador por edad



Nota: Se incluye a quienes teniendo experiencia en computador optaron por papel, y a los casos sin información producto de problemas en la fase de aplicación de la evaluación en computador.

Fuente: Ministerio de Educación (2016). Competencias en la población adulta en Chile: Resultados PIAAC.

- Se estima que en torno a un 20 por ciento de los empleos en Chile tiene un riesgo de automatización mayor al 70 por ciento (Nedelkoska y Quintini, 2018).
- Lo que Chile necesita con urgencia es una verdadera revolución en la formación de capital humano para preparar a los trabajadores actuales y del futuro para esta revolución.
 - En el corto plazo cambiar los programas y los incentivos para la capacitación de la fuerza laboral, focalizándolos en trabajo en equipo y capacidad de adaptación;
 - M. y L. plazo fortalecer la educación temprana, básica, media y técnica con énfasis en competencias conductuales que preparen a los estudiantes para resolver problemas y trabajar en equipo;
 - Si no tenemos un sistema educacional que le de a todos la oportunidad de adquirir las destrezas necesarias, las diferencias en educación y origen familiar aumentarán más las desigualdades.

- Necesitamos también cambiar el paradigma pasando de pensar que el aprendizaje termina a los 25 años a uno en que es de por vida.
- El trabajador del siglo XXI enfrenta un mundo con varios cambios de empleos en su vida laboral y con empresas que florecen y que desaparecen con más frecuencia que en el pasado.
- Para enfrentar estos retos es necesario desarrollar nuevas capacidades.
- En la legislación laboral es necesario avanzar hacia más adaptabilidad para prepararnos para el siglo XXI que es un mundo con rotación de empleos y horarios más flexibles.

Implicancias de la revolución de la IA y la robótica

Vittorio Corbo

23 de agosto de 2018