



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ECONOMÍA

**La automatización de tareas: Un acercamiento desde la teoría del  
empleo**

ENSAYO

PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**Especialista en Teoría Económica**

PRESENTA:  
**Cristina Herrera García**

TUTOR:  
Dr. José Luis Clavellina Miller

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Junio de 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Resumen:**

El presente ensayo analiza el impacto que tendrá la cuarta revolución industrial y el proceso de automatización. Para ello, se revisa la teoría de Barro del empleo y desempleo. Posteriormente, se analiza el impacto que ha tenido la automatización en Japón, India y Estados Unidos. Finalmente, se estudia el desempleo en México y el impacto que la automatización ha tenido en el país. El ensayo también rescata estrategias y aprendizajes que se han tenido en otros países para realizar el ineludible proceso de automatización de la manera menos perjudicial para los trabajadores y se recalca la importancia de la capacitación.

**Palabras clave:** automatización, empleo, desempleo, capacitación.

**Clasificación JEL:** E220, H540, Q430, Q480

**Abstract:**

This essay analyzes the impact the fourth industrial revolution and the automation process will have. To do this, the theory of employment and unemployment of Barro is revised. Subsequently, the impact of automatization is analyzed for the cases of Japan, India, and the United States. Finally, we study unemployment in Mexico and the impact automation has had in the country. The essay also presents strategies and learnings to confront automation from other countries to make the inevitable automation process less harmful for workers and the importance of training is emphasized.

**Keywords:** automation, employment, unemployment, training

**JEL classification:** E220, H540, Q430, Q480

## **I. Introducción**

La automatización de tareas se refiere a la transferencia de labores de producción, habitualmente realizadas por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, como máquinas o computadoras (Hernández, 2020). Tiene como ventajas la reducción de costos y tiempos en la producción de mercancías.

A grandes rasgos la historia de la automatización se divide en las revoluciones industriales y en los avances tecnológicos que hubo en ellas. En la Primera Revolución Industrial, durante la segunda mitad del siglo XVIII se paso de una economía rural a una economía urbana, industrializada y mecanizada. En la Segunda Revolución Industrial se desarrolló la electricidad. En la Tercera Revolución Industrial se desarrollaron los medios de comunicación como la radio, la televisión, el cine y la informática (Peemans, 1992).

Un ejemplo de automatización de tareas es el cambio de los talleres artesanales a las fábricas. En ese tiempo, los trabajadores tenían malas condiciones laborales, sus jornadas eran de 13 a 18 horas y con su sueldo conseguían costear solamente pan y papas. Las inadecuadas condiciones y la sustitución del trabajo manual por automatización llevaron al rechazo de las máquinas con un movimiento llamado Ludismo, en el que se destruían las máquinas telares como una manifestación de los trabajadores ingleses a principios del siglo XIX (Fuente, 2004).

Otro caso más reciente es la implementación de los cajeros automáticos. En los años setenta, se introdujo este tipo de cajeros en los bancos, en esos tiempos la idea general fue que reemplazaría a muchos trabajadores; sin embargo, a pesar de que su implementación redujo la cantidad de personas que manejaban una sucursal bancaria, también se redujo el costo de mantener dicha sucursal. Por lo que los bancos pudieron optar por crear más sucursales aumentando así su cartera de clientes y su portafolio de servicios, lo que conllevó a la contratación de más personas (Vargas, 2019).

En general, en las primeras tres revoluciones industriales se emplearon máquinas para realizar labores mecánicas (repetitivas), sin embargo, en la actualidad, la conocida como Cuarta Revolución Industrial se centra en la automatización de áreas que antes no estaban mecanizadas y además se implantan otras tecnologías como softwares e inteligencia artificial, tecnologías capaces de analizar información y conseguir resultados (Hernández, 2020).

A diferencia de lo que pasó, ahora los planos físico y digital se fusionan y hablamos de las tecnologías y herramientas como: la realidad virtual y aumentada, el IoT (Internet of Things), inteligencia y visión artificial, asistentes virtuales, Big Data, cloud computing, programas modernos de diseño y de simulación de procesos, la impresión 3D, seguridad, la nano y biotecnología o la computación cuántica, entre otras (CIC, 2017).

El miedo a la automatización no es algo exclusivo de esta época. En 1920-1930 hubo un pico de ansiedad por la automatización cuando las máquinas comenzaban a llenar las granjas y las fábricas. Luego en 1950-1960 resurgió la preocupación cuando el presidente Kennedy dijo que la automatización era el principal reto de su tiempo (Bonilla, 2020). Un estudio hecho por el Foro Económico Mundial predijo que una ola de automatización llegaría en 2025 y desplazaría 85 millones de trabajos mundiales. Nuevos trabajos se crearán y las empresas, gobiernos y trabajadores deberán planear una nueva visión de la fuerza laboral (Aratani, 2020).

Estos fenómenos que se han visto en mayor medida desde la revolución industrial, no se pueden generalizar a la nueva evolución tecnológica, ya que los trabajos que se crearán requerirán mayor nivel de conocimientos y nuevas habilidades. Salvador del Rey (2016) estima que, el coste de crear un robot caerá un 20% el próximo año, y su rendimiento aumentará un 5%. Pero mientras que las personas doblan su productividad cada 10 años, los robots, como mínimo, lo hacen cada cuatro. Sin olvidar que, el tiempo de amortización de un robot era en 2015 de 5.3 años y en 2025 se reducirá a 1.3 años (Bustamente, s.f.).

El último informe del Foro Económico Mundial sobre el futuro del trabajo advierte que, entre 2015 y 2020 la digitalización de la industria puede hacer desaparecer 7.1 millones de puestos de trabajo, mientras que se crearán otros 2.1 millones, aunque Lladós<sup>1</sup> ha señalado, en una entrevista que "más que puestos de trabajo enteros, los robots sustituirán tareas" (Gutierrez, 2016).

Hay empresas existentes que probablemente necesiten incrementar su fuerza laboral por expansión, pero también habrá nuevas empresas en mercados que hoy no se conocen que requerirán conocimientos y habilidades que las personas deben desarrollar.

Es por ello que, es indispensable analizar el efecto que tendrá la automatización en el desplazamiento del empleo y la creación de nuevas tareas, para así poder planear e

---

<sup>1</sup> Josep Lladós Masllorens es profesor agregado y subdirector de investigación de los Estudios de Economía y Empresa de la Universidad Oberta de Catalunya.

implementar políticas públicas que mitiguen el impacto que el desempleo pueda tener en la economía, en especial para regiones que ya tiene un bajo crecimiento de productividad y una tasa de desempleo alta (OCDE, 2018).

En este trabajo para analizar el tema, primero se estudia el empleo y el desempleo en el marco de la teoría neoclásica. Para Barro (1997) el desempleo es esencialmente friccional, es decir, se produce de manera natural en el tiempo que tardan los desempleados en encontrar trabajo y las empresas en llenar sus vacantes. Expone que el desempleo está afectado por las condiciones de seguridad social, el salario Mínimo y los sindicatos. Para Barro un shock negativo en la función de producción dispara el desempleo, pero éste se puede compensar, posteriormente, en una etapa de recuperación económica.

En la segunda sección, se analiza cómo ha sido la automatización en otros países. El caso de Japón es un referente, ya que, para la cultura japonesa, la automatización y la creación de robots no causa desconfianza y rechazo, sino todo lo contrario. Esto se debe a su falta de mano de obra e indisposición de abrir políticas migratorias para suplir este déficit, en cambio, se pretende hacerlo con automatización. Por otro lado, la India tiene una posición crítica en la automatización, ya que a pesar de su acelerado crecimiento económico y predicciones de que continúe así, el crecimiento ha sido inequitativo y una gran cantidad de trabajos en India tienen riesgo de ser automatizados, a lo cual se suma la falta de educación y adaptación a la demanda de nuevas habilidades.

En Estados Unidos, la automatización podría ser benéfica y posicionar a aquel país como el competitivo del mundo. Además, la automatización reducirá el incentivo de migrar la producción a terceros países con mano de obra barata. Sin embargo, esto conlleva desempleo dentro del país y en otros. El caso de México también es crítico, ya que es un país con baja productividad y alto desempleo, con muchos trabajadores poco cualificados, dependientes de sectores con alto riesgo de automatización; sin embargo, los bajos salarios podrían ser un factor de desaceleración del proceso de automatización.

Finalmente, el trabajo concluye que la automatización no es necesariamente una situación negativa y nociva, sino que se debe saber aprovechar esta oportunidad y direccionarla con políticas públicas que mejoren la calidad de la educación para adecuarla a las nuevas habilidades requeridas, para así poder recolocar a los trabajadores cuyos puestos de trabajo sean desplazados por este proceso.

## **II. Empleo y desempleo en la Economía Neoclásica**

Barro (1997) analiza el mercado de trabajo, en el que las empresas demandan trabajo y las familias prestan estos servicios a cambio de un salario, el cual se supone por hora de trabajo. El beneficio de las empresas está dado por su ingreso bruto menos el pago de salarios. Las horas de trabajo, entonces, forman parte de la ecuación para determinar los beneficios y de esta manera las empresas fijan su demanda de trabajo de manera que maximice su beneficio en cada periodo. Una hora de trabajo adicional eleva la producción (productividad marginal del trabajo) y el ingreso bruto aumenta. Por otro lado, afecta el pago de salarios, incrementándolo y, por lo tanto, reduciendo los beneficios. Esta función es afectada por los rendimientos marginales decrecientes, de manera que una unidad adicional eleva la producción, pero este efecto de incremento decrece.

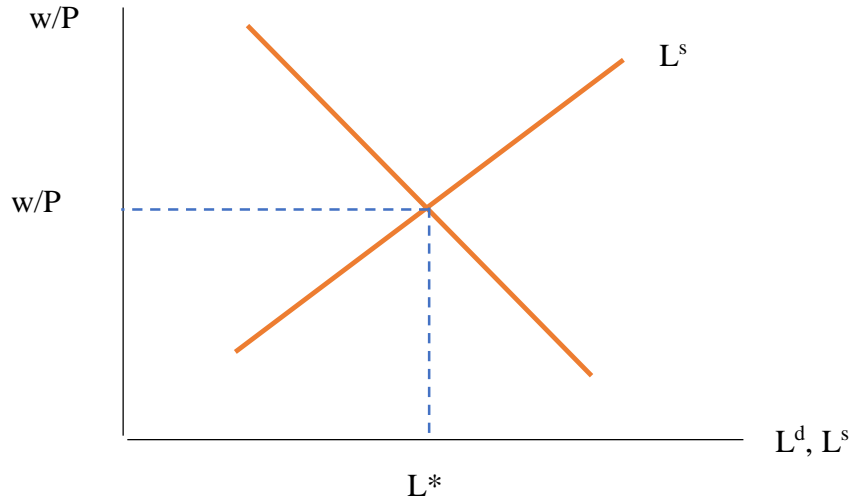
Barro asume que todas las unidades de factor de trabajo son idénticas, la productividad marginal del trabajo es la misma en todos los procesos productivos. Si no es así, hay desplazamiento de trabajadores de unas empresas donde su productividad marginal es reducida a otras actividades en la que es elevada, lo que produce efectos riqueza sobre las economías domésticas.

En el modelo, la disminución de salario real implica un aumento en la cantidad demandada de trabajo, las empresas contratan trabajadores hasta que la productividad marginal de trabajo se iguala con el salario real. En contraste a esto, el aumento del salario real, a pesar de que es un coste adicional para las empresas, también les beneficia ya que los trabajadores aumentan el consumo. Por este efecto del aumento en el salario real en la economía es nulo.

El mercado de trabajo se vacía cuando la oferta agregada de trabajo se iguala con la demanda agregada. El salario real es igual a la productividad marginal del trabajo.

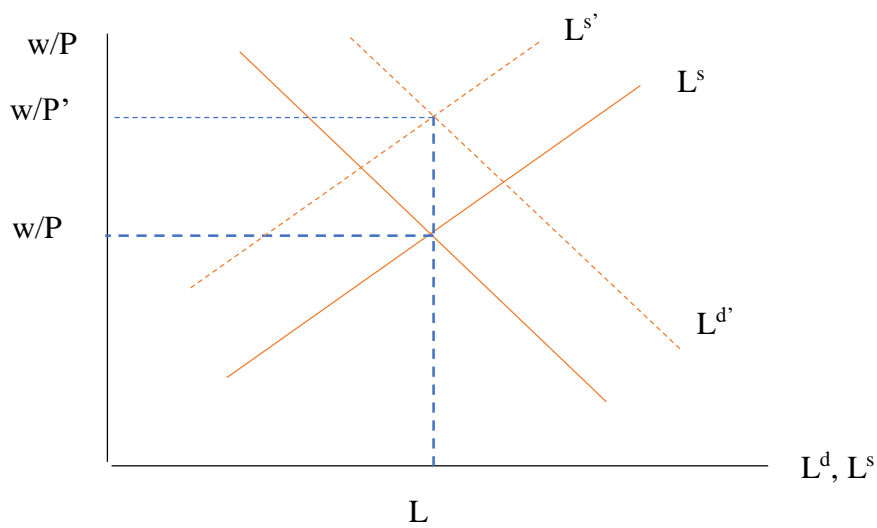
$$L^d(w/P, \dots) = L^s = L^s(w/P, R, \dots)$$

(-)
(+)
(+)



El modelo de Barro predice que el salario real es una variable procíclica, los shocks favorables de la función de producción elevan la producción y el salario real y los desfavorables reducen el nivel de producción y el salario real.

En el largo plazo, el desarrollo de una economía implica un conjunto de mejoras permanentes en la función de producción y, de esta manera, se predice que el desarrollo económico lleva a continuos aumentos del salario real.



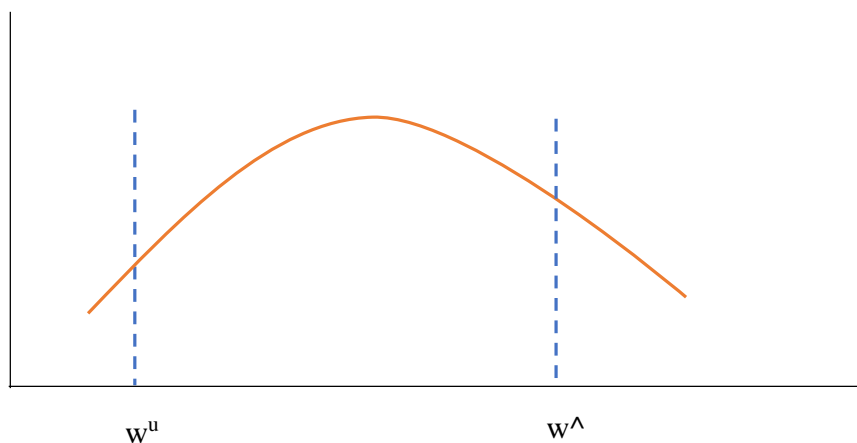


Por otro lado, de acuerdo con Barro (1997), el desempleo se refiere al número de personas que buscan trabajo pero que aún no tienen uno. La población económicamente activa se conforma por la suma de las personas desempleadas y las empleadas. El cociente entre el número de desempleados y la población activa es la tasa de desempleo.

Barro establece que la composición de desempleo y de los puestos vacantes es el proceso de búsqueda de empleo por parte de los trabajadores y de búsqueda de trabajadores por parte de las empresas. Los individuos que carecen de empleo tardan en encontrar y aceptar uno. Lo cual implica que para Barro el desempleo es friccional.

Barro plantea un modelo en el que, al buscar trabajo, se les ofrece a los candidatos un salario por la empresa, y deben decidir si lo aceptan o si deciden seguir buscando. El costo de rechazar la oferta es la renta salarial que se pierde mientras no se trabaja, pero el autor también considera la existencia de un seguro de desempleo. Pues de acuerdo con la teoría neoclásica el salario real se ajusta para que todo el que requiera empleo lo encuentre en el mercado a la tasa salarial existente.

El salario de reserva es salario de aceptación ( $w^a$ ). Si se espera un salario reserva bajo, se estará menos tiempo desempleado pero el salario será menor y si se espera un salario reserva alto, el tiempo en aceptar una oferta de trabajo será mayor pero también lo será el salario.



Las bajas laborales se producen cuando una empresa se da cuenta que un trabajador no es suficientemente productivo o un trabajador descubre que le desagrada el trabajo, de esta manera tienen razones para despedir o para irse, respectivamente.

Adicionalmente, un shock desfavorable de la función de producción de una empresa reduce su evaluación de productividad marginal de un trabajador y provoca despido, aunque no deja una vacante disponible.

Respecto la tasa de bajas laborales, es más alta en los trabajadores que carecen de experiencia y que son más difíciles evaluar inicialmente o en los jóvenes. La tasa de bajas laborales es alta en los sectores en los que la tecnología o la demanda del producto sufre frecuentes perturbaciones.

Barro plantea una tasa natural de desempleo, los grandes flujos de empleo al desempleo y, viceversa, constituyen un rasgo normal del funcionamiento del mercado de trabajo. Expone, además, que hay una relación positiva entre la duración del desempleo y la tasa de desempleo. Cuanto más tarda un desempleado en encontrar trabajo o en abandonar la población activa, mayor será el número medio de desempleados en un momento del tiempo. En países con mayor porcentaje de desempleo de larga duración tienen tasa más alta de desempleo.

Algunos factores que influyen en la tasa natural de desempleo son el seguro de desempleo, el salario mínimo y los sindicatos. Barro señala que, una elevación del salario mínimo reduce los incentivos de los empresarios a contratar trabajadores de baja productividad en los sectores cubiertos por el salario mínimo.

Lilien (1982) sostiene que el proceso de reasignación sectorial (de agricultura a industria) del trabajo provoca elevadas tasas de bajas laborales y, por tanto, elevadas tasas de desempleo. Cuando los cambios son rápidos las tasas de desempleo son muy elevadas. (Lilien, 1982)

Cuando los trabajadores y los puestos de trabajo difieren, los trabajadores tardan más tiempo en acoplarse satisfactoriamente a un trabajo (desempleo estructural). (Barro, 1997)

Analizando la postura de Barro desde un punto de vista de la automatización de tareas, Barro asume que los trabajadores tienen una productividad marginal igual, sin embargo, en la realidad, los trabajadores tienen distintos niveles de productividad dependiendo de su nivel de instrucción y experiencia.

En este modelo, se predice que el desarrollo económico conlleva a continuos aumentos del salario real, sin embargo, la innovación tecnológica genera desarrollo económico, pero este desarrollo aumentará los salarios de personas altamente capacitadas pero, probablemente, desplazará a personas poco capacitadas.

De acuerdo con la teoría neoclásica, el salario real se ajusta para que no existan personas desempleadas, por lo que si existe una tasa positiva de desempleo ésta reflejaría

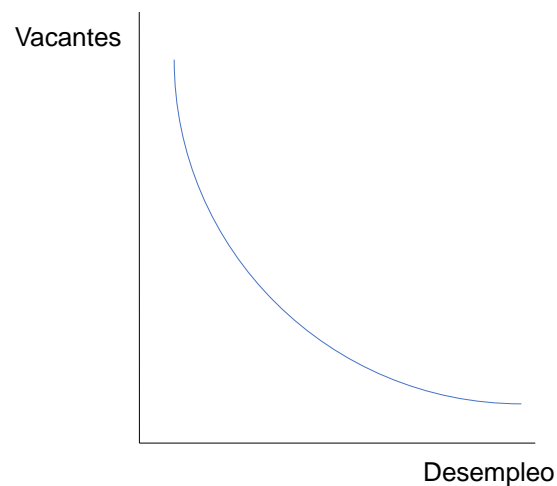
un fenómeno friccional en el mercado laboral, por el tiempo en el que los trabajadores se tardan en encontrar trabajo y el tiempo en que las empresas llenan sus vacantes.

Sin embargo, si se automatizan unas tareas, estos puestos desplazados no necesitarán volver a ser llenados, sino que desaparecerán, y al no tener un puesto equiparable con sus conocimientos y habilidades actuales, será imposible reubicar a algunos trabajadores si no mejoran sus habilidades.

En este sentido Barro expone que, la tasa de bajas laborales es más alta en los trabajadores que carecen de experiencia, por lo que la automatización afectará en especial a personas que se adhieren recientemente a la fuerza de trabajo y, por lo tanto, a los jóvenes. Ya que dentro de las tareas que aún se realizan por empleados, las empresas preferirán ocupar estos puestos con trabajadores con alta productividad marginal, con experiencia. El prolongado tiempo que toma encontrar empleo por falta de especialización hace que la tasa de desempleo sea muy grande. Por lo que, también puede representar una oportunidad para jóvenes con las nuevas habilidades requeridas.

Aunado a esto, Barro señala que los cambios de la tecnología pueden ser cuantitativamente importantes a corto plazo; sin embargo, no considera que estos factores pueden intervenir en un cambio a largo plazo. Con la automatización se sustituirán tareas que eran realizadas por seres humanos a procesos tecnológicos. Esto puede afectar el desempleo en formas que no habían considerado antes, como la curva de Beveridge, la cual su pendiente negativa muestra que la tasa de desempleo aumenta a medida que la tasa de vacantes disminuye. Con la automatización es posible que las vacantes que se dejan de los despidos no deban ser llenadas nuevamente, ya que la empresa no necesita empleados para realizar estas tareas.

## Curva de Beveridge



Fuente: Elaboración propia con datos de Barro (1997)

La automatización será desacelerada por los bajos salarios o acelerada por altos salarios, ya que la inversión en la maquinaria es alta, pero la productividad ganada también lo es, mientras las personas doblan su productividad cada 10 años, los robots, como mínimo, lo hace cada cuatro. Así los empresarios deberán ponderar si es conveniente automatizar tareas o no.

El desempleo cíclico se refiere a la variación de trabajadores empleados y desempleados por el ciclo económico. En una recesión el desempleo aumenta porque se despiden a muchos trabajadores y en auge económico el desempleo disminuye. Por otro lado, el desempleo estructural aparece cuando las estructuras de la oferta y la demanda no coinciden, porque no cumplen con las características requeridas. Esto es muy probable que ocurra con la automatización, ya que los trabajadores poco capacitados no tienen las habilidades requeridas para llenar las ofertas laborales futuras.

### **III. La automatización**

La consultora PwC realizó un estudio titulado “¿Podrán los robots robar realmente nuestros trabajos?”, en el que pronosticó la proporción de empleos con un potencial riesgo de automatización. Los resultados para 2020 son 3% de los empleos, en 2025 se incrementa a 21% y en 2030 se eleva hasta 34% (PwC, 2018).

La reciente crisis causada por Covid-19 aceleró el proceso de automatización a nivel global (Rana, 2020)

## **Japón**

Uno de los casos atípicos es Japón, donde la automatización representa solo un 3% de desempleo. El país tiene 1,552 robots por cada 10 mil empleados. Un estudio del Instituto de Investigación de Nomura concluyó que para 2030 la mitad de los empleos en Japón estarán ocupados por robots.

Los japoneses tienen una mejor visión de la tecnología que en Occidente por diversas razones. Históricamente, la automatización de tareas en Japón empezó después de la Segunda Guerra Mundial, cuando en vez de atraer inmigración para compensar su falta de mano de obra, optaron por automatizar tareas con maquinaria. Además en este tiempo, por el resultado de la guerra Japón tuvo que desarmarse y así los robots que construyeron no eran de uso militar y esto favorece a la imagen pública, a diferencia de Estados Unidos. Otra razón es religiosa, el budismo considera que todas las cosas tienen alma, por lo que la construcción de robots no causa una sensación de “jugar a ser Dios”, que es uno de los problemas morales que la automatización despierta en Occidente.

Así pues, el uso de automatización ayudó a Japón a reconstruirse (Zeeberg, 2020). Actualmente, pasan por una situación similar, la tasa de nacimiento en Japón ha disminuido a través de los años. Esto causó temor de falta de mano de obra, por lo que el país recurrió a su antigua solución de utilizar la automatización.

Uno de los mecanismos de mitigación de daños causados por la automatización usado por Japón es lo conocido como “empleos de por vida”, que consisten en que las empresas retienen a sus trabajadores, aún si sus funciones ya no son necesarias, los capacitan para realizar otras. Y así, a pesar de la alta automatización en Japón, la tasa de desempleo se mantuvo estable (Losoviz, 1996).

## **India**

Según el estudio de McKinsey, se espera que India siga industrializando su economía y se continúe alejando de la agricultura. El PIB de India va en aumento y los futuros empleos se centrarán en la construcción y en el consumo de la creciente clase media (McKinsey&Company, 2017).

La Estrategia Nacional para Inteligencia Artificial de India dice que se espera que la Inteligencia Artificial estimule el crecimiento anual a una tasa de 1.3% para el 2035 (Rana, 2020).

Sin embargo, el estudio “Crecimiento económico, estructural del mercado laboral, pobreza y desigualdad por ramas de actividad económica” realizado por la Organización Internacional del Trabajo muestra que el crecimiento económico ha sido acompañado de menores empleos y aumento en las desigualdades. La fuente principal de trabajo en India es la manufactura y es la que tiene más propensión a la automatización y, por lo tanto, a desplazar empleos. (Oficina Internacional del Trabajo, 2018)

Otro negocio en riesgo en India son las subcontrataciones de centros de llamadas. Se comienzan a crear empresas que funcionan con inteligencia artificial que remplazan a los humanos en la atención de llamadas y oficinas administrativas. Un ejemplo es Amelia, un servicio que se contacta en dos segundos y tarda un promedio de 4.5 minutos para resolver una consulta.

En este sentido, la industria que más ha perdido trabajos en India es la agricultura, en los últimos 10 años se ha perdido el 11% de trabajos en esta área.

Uno de los principales problemas en India causados por la automatización de tareas es la empleabilidad, ya que las empresas no pueden encontrar candidatos con las habilidades necesarias para las propuestas de trabajo. Esto se debe a que el sistema educativo no está bien equipado para adaptarse a los cambios en el ambiente laboral (Kaul, 2019). Este es también uno de los grandes retos de India, pues tiene una gran población joven, aproximadamente 300 millones de personas se incorporarán a la fuerza de trabajo en las próximas dos décadas con una reserva de empleo de 1.100 millones, que es más que la de Estados Unidos y Europa Occidental juntos (TRACC, 2020).

### **Estados Unidos**

La automatización en Estados Unidos será significativa, ya que las principales industrias son la automovilística, cuya producción depende 38% de la robótica. Las cadenas de montaje de electrodomésticos con 15% de dependencia. La industria del plástico 10% y la fabricación de metales 7%.

El estudio "Robots and jobs: Evidence from U.S. Labor Markets" realizado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts demostró que añadir un robot por cada mil trabajadores reduce la proporción nacional de empleo en 0.2%, lo que significa que un robot puede sustituir a 3.3 trabajadores humanos (Fernández, 2020).

En los últimos años, un promedio del 88% de las plazas perdidas en Estados Unidos fue por la automatización. General Motors, emplea casi una tercera parte de los empleados que tenía en los años 70 y produce más autos que nunca.

Aunado a esto, el costo de la automatización está bajando, de acuerdo con Boston Consulting, los robots reducirán los costos laborales 22% en Estados Unidos, 25% en Japón y 33% en Corea del Sur.

La automatización también puede ayudar a Estados Unidos a ser el país más competitivo del mundo en el sector industrial, tomando en cuenta los costos, la productividad y la protección de propiedad industrial (Digit all post, s.f.).

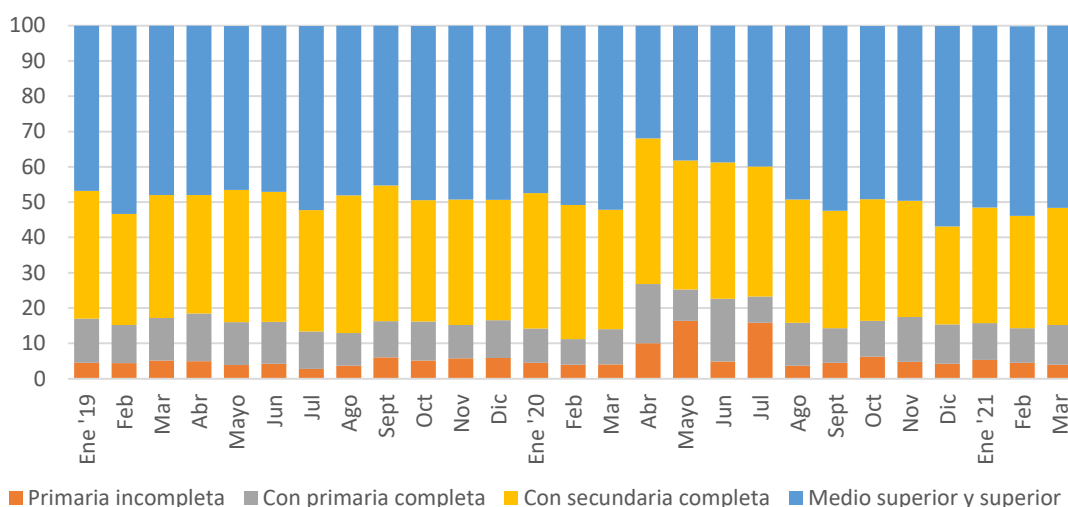
El bajo costo de la automatización y el aumento de la mano de obra en países en desarrollo reduce los incentivos de las empresas para ir al exterior. El Banco Interamericano de Desarrollo (2021) relató que la automatización en Estados Unidos produce un efecto negativo en el empleo y los salarios de Brasil y Colombia, pero tiene un efecto positivo en México.

## **México**

En México la población activa está en crecimiento por la cantidad de población joven. Se estima que en el país la automatización será más lenta que en otros países por los bajos salarios.

La tasa de desocupación nacional en marzo de 2021 de acuerdo con el INEGI (2021) es de 4.4%. De este número el mayor porcentaje tiene un nivel de instrucción medio superior y superior, y tienen experiencia laboral (INEGI, 2021). En general se cree que el desempleo afecta a personas con menos instrucción y, sin embargo, en México sucede lo contrario, esto se puede deber a que la oferta laboral en México es mayor para trabajadores no especializados con bajos salarios. Esto nos muestra un foco rojo al cual prestar atención, ya que la automatización suplirá a trabajadores sin o con poca instrucción, en el caso de México esto puede disparar el desempleo de manera importante, como podemos ver en el gráfico 1:

**Gráfico 1. Población desocupada según nivel de instrucción**



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2021)

Los trabajadores con mayor educación son los que tienen mayor porcentaje de desempleo, con un máximo de 56.70 en diciembre de 2020 y un mínimo de 31.88 en abril de 2020. En contraste con los trabajadores con primaria completa e incompleta, que a pesar de tener menor educación presentan un desempleo más bajo, con un mínimo de 2.78 para el caso de primaria incompleta en julio de 2019 y un máximo de 18.38 en mayo de 2020, y para primaria completa un mínimo de 7.42 en julio de 2020 y un máximo de 17.73 en junio de 2020. Por otro lado, la población con secundaria completa tiene un mínimo de 27.77 en diciembre de 2020 y un máximo de 41.27 en abril de 2020. Con la automatización esto puede cambiar, ya que los trabajadores que realizan actividades monótonas no especializadas serán los que tienen mayor riesgo de ser desplazados y con esto la gráfica podría cambiar en gran medida, creciendo el porcentaje de trabajadores con primaria completa e incompleta y aumentando el número de personas en desempleo en el país, con riesgo a no poder ser contratadas en otro sector por falta de instrucción.

México es junto con Ecuador, Honduras y El Salvador de los países con más trabajadores empleados en ocupaciones que tienden a ser automatizadas en América Latina y el Caribe.

Después de 1980 se interrumpió el ritmo de modernización tecnológica en México y, en consecuencia, el país tiene uno de los peores índices de productividad del sector industrial en Latinoamérica, con un índice de valor agregado por trabajador cerca a 1 (comprado con 4 en Chile y 3 en Brasil) (Forbes, 2020). Esto también pone a México en una situación de desventaja frente a la digitalización y transformación tecnológica.



De acuerdo con estimaciones del Banco de México, el campo será el sector más afectado por la automatización (Juárez, 2020).

El estudio realizado por Mckinsey “Un futuro que funciona: Automatización, empleo y productividad” estima que la segunda industria con mayor riesgo de automatización es la manufactura y este sector representa el 17% del empleo en el país (Morales, 2019). Y la tercera industria en riesgo es la construcción. Estas tres industrias también son las principales empleadoras de trabajadores con pocos estudios. Sin embargo, por los bajos salarios es menos probable que se automaticen, o por lo menos reducirá el paso en el que se haga.

En todo el mundo la pandemia Covid-19 aceleró la automatización de forma importante, al evitar interacción humana para prevenir contagios, la solución fue procurar que las maquinas suplieran muchos procesos. Después de la pandemia, el porcentaje de trabajadores informales en México creció, lo que los deja aún más desprotegidos.

La tabla 1 compara distintos datos de automatización en los países analizados:

<b>Tabla 1. Comparativo de automatización</b>								
	Población Activa 2030	% que necesitará cambiar de grupo ocupacional <sup>2</sup>	Trabajadores desplazados		% de tareas automatizadas para 2030		Salario anual promedio	Empresa con mayor desplazamiento
			Punto Medio <sup>3</sup>	Rápido <sup>4</sup>	Punto Medio	Rápido		
Japón	59M	46%	16M	30M	26%	52%	\$31,300	Comercio, Manufactura
India	612 M	6%	60M	120M	9%	19%	\$4,800	Agricultura, Manufactura
EUA	166M	33%	39M	73M	23%	44%	\$44,700	Comercio, Sector salud
México	68M	10%	9M	18M	13%	26%	\$9,000	Comercio, Manufactura

Fuente: Elaboración Propia con datos de (McKinsey&Company, 2017)

<sup>2</sup> Porcentaje de la población activa que necesitará cambiar de grupo ocupacional para 2030.

<sup>3</sup> Escenario en el que la automatización sea a un paso medio.

<sup>4</sup> Escenario con automatización rápida.

La automatización desplaza trabajos, pero también los crea. De manera directa con las personas que diseñan y mantienen la tecnología, en ocasiones toda una nueva industria se construye alrededor de estas tecnologías. Indirectamente, crea trabajos gracias a la expansión que permite el aumento en productividad (se deben cuidar de monopolios, ya que las pequeñas empresas no podrán crecer y adaptarse en la misma medida). El aumento en la productividad también baja los precios y los consumidores pueden comprar más productos.

En general, las personas con estudios que trabajan en ocupaciones de mayor intensidad cognitiva y analítica tienen menor riesgo de automatización. Así como las interacciones sociales complejas, como trabajo en equipo, negociación y resolución creativa de problemas.

Como hemos visto es necesario tomar medidas para enfrentar la automatización. Un concepto importante para esto son las habilidades blandas o “soft skills” que implican comportamientos, actitudes y rasgos de personalidad, ya que permiten a los individuos tener situaciones interpersonales y sociales que son difíciles de replicar con tecnología (Juárez, 2020). En concreto se podría decir que hoy más que nunca es importante ser lo más humano posible.

El reporte de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico “Job Creation and Local Economic Development 2018: Preparing for the Future of Work” exhorta a mayores esfuerzos para aumentar las habilidades de los trabajadores, en especial en zonas rurales, para mejorar la eficiencia de firmas a nivel regional y a nivel ciudad para que se reduzca la cantidad de trabajadores que realizan tareas rutinarias que tienen un riesgo mayor de automatización (OCDE, 2018).

La misma organización, en el documento “Job Creation and Local Economic Development 2020: Rebuilding Better”, expone el impacto de la pandemia COVID-19 en las economías locales. Plantea que la experiencia de esta pandemia acelerará la transición al futuro del trabajo con avances tecnológicos. Señala que, esta transición creará y destruirá trabajos, no necesariamente en el mismo lugar o requiriendo las mismas habilidades. Los países con mayor riesgo de automatización tienden a tener una fuerza de trabajo poco capacitada y menos urbanizada (OCDE, 2020).

En este sentido, el Banco Mundial, en su reporte “World Development Report 2019, The Changing Nature of Work” dice que siempre se ha temido el impacto que la

innovación tenga en el trabajo y que a pesar de que las tareas rutinarias son codificables y pueden perderse en la automatización, la innovación tecnológica crea nuevos sectores y nuevas tareas. Para enfrentar este cambio, los gobiernos deben invertir en capital humano, desde la niñez para desarrollar habilidades cognitivas y socio-conductuales de alto nivel, además de las habilidades fundamentales. Aumentar la protección social, y la creación de un espacio fiscal para la financiación pública del desarrollo del capital humano y la protección social.

Las políticas públicas deben enfocarse en el desarrollo de nuevas habilidades en demanda, así como la resolución de problemas, pensamiento crítico y comunicación avanzada.

## **IV. Conclusiones y propuestas**

El miedo a la automatización no es algo exclusivo de esta época, se ha producido cada vez que hay avances tecnológicos importantes, sin embargo, esta vez el avance no solamente tiene que ver con automatización de tareas monótonas, sino también de pensamiento con el uso de inteligencia artificial.

Analizando la teoría de empleo y desempleo de Barro desde un punto de vista de la automatización de tareas, el autor no contempla que, por la automatización de tareas, muchos puestos desplazados desaparecerán y no será posible reubicarlos, por lo que no cumple con su descripción de desempleo friccional.

Barro expone que, la tasa de bajas laborales es más alta en los trabajadores que carecen de experiencia, dentro de las tareas que aún se realizan por empleados y no automatizadas, las empresas preferirán ocupar estos puestos con trabajadores con alta productividad marginal, con experiencia. El largo tiempo en encontrar por falta de cualificación hace que la tasa de desempleo sea muy grande. Por lo que también puede representar una oportunidad para jóvenes que cuentan con las nuevas habilidades requeridas.

Aunado a esto, Barro no considera que los cambios tecnológicos pueden impactar a largo plazo pues para la teoría neoclásica el salario real baja cuando la tasa de desempleo es mayor a la tasa friccional. Con la automatización se sustituirán tareas que eran realizadas por seres humanos a procesos tecnológicos. Esto puede afectar el desempleo en formas que no habían considerado antes, como la curva de Beveridge, la cual su pendiente negativa muestra que la tasa de desempleo aumenta a medida que la tasa de vacantes disminuye.

Además, se concluye que la automatización será desacelerada por los bajos salarios o acelerada por altos salarios, ya que la inversión en la maquinaria es alta, pero la productividad ganada también lo es. Así los empresarios deberán ponderar si es conveniente automatizar tareas o no.

Respecto a los países analizados en este estudio, de Japón podemos rescatar su postura positiva respecto a la automatización. Aunque sus medidas de mitigación como el empleos de por vida no es una realidad factible para otros países como México. Sin embargo, algo que se puede adoptar de este país es la iniciativa de las empresas de capacitar a trabajadores para realizar otras tareas necesarias. Así en lugar de ser desplazados y quedar desempleados, pueden ser reubicados a otras tareas. Y quien mejor

para decidir que nuevas tareas y habilidades son útiles que las mismas empresas que conocen sus procesos y necesidades internas.

La situación de India le sirve a México como lección ya que tiene muchos retos similares, como que las industrias que son las principales fuentes de empleo son las que tienen mayor riesgo de automatización. Uno de los principales problemas en India causados por la automatización de tareas es la empleabilidad, México debe aprender y procurar adaptar el sistema educativo al cambio laboral para que las empresas puedan encontrar candidatos con las habilidades necesarias para las propuestas de trabajo.

Respecto a la automatización en Estados Unidos podemos ver cómo el proceso interno tendrá un efecto en el resto del mundo. Las naciones que acostumbran a tener manufacturaras en ultramar, reducirán esta práctica en los próximos años. Este reemplazo impacta negativamente a los países en desarrollo, sin embargo, al subir la productividad y los ingresos de los países desarrollados éstos pueden demandar más productos de los países en desarrollo. Así el impacto de la automatización dependerá de las medidas para mitigar este escenario.

En México la automatización puede ser desacelerada por los bajos salarios. Sin embargo, es importante notar el foco rojo que la automatización da al porcentaje de desempleo del país, que actualmente es mayor en trabajadores con mayor nivel de instrucción, pero la automatización aumentará el porcentaje en trabajadores poco cualificados y esto puede disparar la tasa de desempleo.

México debe volver a prestar especial atención a modernizar la tecnología empleada del país para mejorar su eficiencia. También se deben plantear medidas de mitigación como capacitaciones y reforma del sistema educativo para adaptarlo a las nuevas necesidades, ya que los sectores con mayor riesgo de automatización en el país son también los sectores que más trabajos ofrecen.

Por último, de acuerdo Barro un shock desfavorable de la función de producción de una empresa reduce su evaluación de productividad marginal de un trabajador y provoca despido. En la crisis causada por el Covid-19, muchos trabajadores fueron despedidos, y algunas de esas tareas fueron automatizadas por lo que no deja una vacante disponible. Puede ser que estos trabajos no regresen. Esto nos hace notar que la automatización no es algo del futuro, sino que está pasando ahora y se debe empezar a hacerle frente para aprovechar sus beneficios y mitigar sus riesgos.

Debemos ser cautelosos en la manera en la que vemos a la automatización, no hay razones para satanizarla y creer que es el fin del empleo, pero tampoco se debe creer que será la panacea. Hay que tomarla con su debido cuidado, ya que viene con muchas ventajas y crecimiento en rendimientos, pero también se deben tomar las medidas pertinentes para poder adaptarse.

Algunas propuestas para enfrentar la automatización de la mejor manera posible, es como dice el informe del Banco Mundial (2019) desarrollar desde la niñez habilidades cognitivas y socio-conductuales de alto nivel, además de las habilidades fundamentales. Ya que en este tiempo en el que se puede sustituir el trabajo de un humano con tecnología, es importante ser lo más humano posible. En este sentido también, los gobiernos y sociedad civil deben procurar desarrollar planes de carrera y formación para adecuar las habilidades de los trabajadores.

Las empresas, en la medida posible, deben capacitar a los trabajadores que se pretende desplazar para que puedan ser reubicados a realizar otras tareas necesarias.

## V. Bibliografía

Aratani, L. (27 de November de 2020). The Guardian. Obtenido de Robots on the rise as Americans experience record job losses amid pandemic: <https://www.theguardian.com/technology/2020/nov/27/robots-replacing-jobs-automation-unemployment-us>

Banco Interamericano de Desarrollo. (24 de Febrero de 2021). Comunicado de Prensa. Obtenido de Automatización en Estados Unidos impacta a América Latina, según estudio del BID: <https://www.iadb.org/es/noticias/automatizacion-en-estados-unidos-impacta-america-latina-segun-estudio-del-bid>

Banco Mundial. (2019). The Changing Nature of Work. Obtenido de World Bank Group Flagship Report: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/816281518818814423/pdf/2019-WDR-Report.pdf>

Barro, R. (1997). Macroeconomía Teoría y Política. Madrid: McGraw-Hill.

Bonilla, C. (14 de Febrero de 2020). Econsult Solutions INC. Obtenido de Will Automation Lead to Mass Unemployment?: <https://econsultsolutions.com/automation-mass-unemployment/>

Bustamente, V. (s.f.). Crítica a las teorías que estudian el desplazamiento de la mano de obra por la tecnología Criticizes. Obtenido de COMECOSO: <https://www.comecso.com/ciencias-sociales-agenda-nacional/cs/article/view/1907/1313>

CIC. (16 de Enero de 2017). Consulting Informático. Obtenido de Industria 4.0, la cuarta revolución industrial y la inteligencia operacional: <https://www.cic.es/industria-40-revolucion-industrial/>

Digit all post. (s.f.). Digit all post. Obtenido de La Automatización en EEUU, genera desempleo: <https://digitallpost.com.mx/noticias/noticias-internacionales-mundo/la-automatizacion-en-eeuu-genera-desempleo/>

Fernández, I. (10 de Mayo de 2020). El Cierre Digital. Obtenido de Un estudio del MIT relaciona la inclusión de robots en procesos productivos que conllevan el desempleo: <https://elcierredigital.com/tecnologia/788479092/robots-aumentan-cifras-desempleo.html>

Forbes. (28 de Septiembre de 2020). Economía y Finanzas. Obtenido de Automatización pone en riesgo más del 50% de empleos en México: BM: <https://www.forbes.com.mx/economia-automatizacion-pone-en-riesgo-mas-del-50-de-empleos-en-mexico-bm/>

Fuente, P. (06 de Febrero de 2004). OS LUDITAS Y LA TECNOLOGÍA: LECCIONES DEL PASADO PARA LAS SOCIEDADES DEL PRESENTE. El Buzo. Obtenido de ¿Por qué los trabajadores destruían las máquinas?: <https://www.eluniversal.com.mx/opinion/mochilazo-en-el-tiempo/por-que-los-trabajadores-destruian-las-maquinas>

Gutierrez, H. (30 de Noviembre de 2016). El País. Obtenido de La robotización aumentará el empleo en más de un millón de trabajadores: [http://economia.elpais.com/economia/2016/11/30/actualidad/1480507167\\_326641.html](http://economia.elpais.com/economia/2016/11/30/actualidad/1480507167_326641.html)

Hernández, R. (31 de Enero de 2020). La 4ta. Revolución Industrial se enfoca en la automatización. Obtenido de Universidad Galileo: <https://www.galileo.edu/trends-innovation/video-la-industria-4-0-se-enfoca-en-la-automatizacion/>

INEGI. (Marzo de 2021). Desocupación. Obtenido de Distribución porcentual de la población desocupada según nivel de instrucción y antecedentes laborales, nacional: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=617>

INEGI. (Mazo de 2021). Desocupación. Obtenido de Series desestacionalizadas de la tasa de desocupación nacional: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=622>

Juárez, B. (01 de Octubre de 2020). Factor Capital Humano. Obtenido de El empleo de 54% de los mexicanos está en riesgo por la automatización: BM: <https://factorcapitalhumano.com/mundo-del-trabajo/el-empleo-de-54-de-los-mexicanos-esta-en-riesgo-por-la-automatizacion-bm/2020/10/>



Kaul, V. (01 de Abril de 2019). Mint. Obtenido de How automation will affect the job market in India: <https://www.livemint.com/industry/human-resource/how-automation-will-affect-the-job-market-in-india-1554090914792.html>

Lilien, David. (1982). Sectoral Shifts and Cyclical Unemployment. Chicago: Journal of Political Economy.

Losoviz, P. (1996). Japón: Mercado laboral y políticas de empleo. Buenos Aires: Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de Argentina. Obtenido de La automatización de fábricas no elimina empleos en Japón: <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/la-automatizacion-de-fabricas-no-elimina-empleos-en-japon/OCQDZJLPPRAOPPZSYXRNTN2DYU/story/>

McKinsey&Company. (2017). Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation. McKinsey Global Institute.

Morales, F. (17 de Julio de 2019). Factor Capital Humano. Obtenido de Automatización pone en riesgo 5.5 millones de empleos en México: <https://factorcapitalhumano.com/destacado-home/automatizacion-pone-en-riesgo-5-5-millones-de-empleos-en-mexico/2019/07/>

OCDE. (18 de Septiembre de 2018). Job automation risks vary widely across different regions within countries. Obtenido de OCDE: <https://www.oecd.org/newsroom/job-automation-risks-vary-widely-across-different-regions-within-countries.htm>

OCDE. (2020). Job Creation and Local Economic Development 2020: Rebuilding Better. Obtenido de [https://www.oecd-ilibrary.org/sites/b02b2f39-en/index.html?itemId=/content/publication/b02b2f39-en&csp\\_3a93e939d07db5d7843b4cdc6ee50d97&itemIGO=oecd&itemContentType=book](https://www.oecd-ilibrary.org/sites/b02b2f39-en/index.html?itemId=/content/publication/b02b2f39-en&csp_3a93e939d07db5d7843b4cdc6ee50d97&itemIGO=oecd&itemContentType=book)

Peemans, J.-P. (1992). Revoluciones industriales, modernización y desarrollo. Universidad Católica de Lovaina.

PwC. (2018). PWC. Obtenido de Will robots really steal our jobs?: [https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact\\_of\\_automation\\_on\\_jobs.pdf](https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf)

Rana, N. (22 de Septiembre de 2020). The Economic Times. Obtenido de From finance to healthcare, India is adopting automation at a global pace: ET-ILC members Read more at: <https://economictimes.indiatimes.com/tech/ites/from-finance-to-healthcare-india-is-adopting-automation-at-a-global-pace-et-ilc-members/articleshow/78>:

Subramanian, S. (29 de Noviembre de 2017). MIT Technology Review. Obtenido de El duro golpe de la automatización del trabajo en la India: una historia sin final feliz: <https://www.technologyreview.es/s/9694/el-duro-golpe-de-la-automatizacion-del-trabajo-en-la-india-una-historia-sin-final-feliz>

TRACC. (29 de Mayo de 2020). TRACC. Obtenido de El Auge en India: Impulsando la industria 4.0 en la quinta economía más grande del mundo: <https://traccsolution.com/es/blog/impulsando-industria4-0-india/>

Vargas, R. (13 de diciembre de 2019). La República. Obtenido de La automatización y la evolución del trabajo: <https://www.larepublica.net/noticia/la-automatizacion-y-la-evolucion-del-trabajo>

Zeeberg, A. (03 de Febrero de 2020). BBC Future. Obtenido de Qué podemos aprender de cómo Japón utiliza los robots: <https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-51314016>