

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

PROPUESTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS ORIENTADAS
HACIA CONTRARRESTAR EL EFECTO DE LA
ROBOTIZACIÓN EN EL DESEMPLEO EN CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

SIMÓN OSSES GALLEGOS

PROFESOR GUÍA

JAVIER SCAVIA DAL POZZO

7 DE NOVIEMBRE DE 2019

Resumen

Actualmente la población mundial en promedio está viviendo una mayor cantidad de años que las generaciones pasadas, lo que se traduce en un fuerte envejecimiento de la población, donde algunos países sobrepasan los 80 años de esperanza de vida. Chile es el país con mayor esperanza de vida en América Latina con un promedio de 80,5 años. Que la población esté envejeciendo, indudablemente afecta a la productividad del país, ya que existe una mayor cantidad de personas en edad de jubilarse, por ende una disminución de la fuerza laboral. Ante esto, Acemoglu y Restrepo en el artículo base de este trabajo, recalcan que ante el estancamiento secular en la era del envejecimiento de la población, los países adoptan robots y/o avances tecnológicos en sus principales procesos productivos para así aumentar su productividad y no ver afectada su economía. Dicho esto, en Chile se prevé que en 30 años más, la mitad de los trabajadores serán reemplazados por robots, generando un aterrador porcentaje de desempleo. Por ello, en este trabajo se proponen dos políticas públicas que están enfocadas en reformas educacionales que brinden a la población chilena del futuro las herramientas necesarias para contrarrestar los efectos de la robotización en el desempleo nacional. Dichas propuestas son:

- Creación de talleres artísticos y literarios para todos los alumnos que cursen enseñanza básica o media
- Creación de una carrera universitaria relacionada con mecatrónica y robótica en todas las universidades estatales

TABLA DE CONTENIDOS

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
2. OBJETIVO	9
2.1. Objetivo General	9
2.2. Objetivos Específicos	9
3. MARCO TEÓRICO	10
3.1. Esperanza de vida	10
3.1.1. Definición	10
3.1.2. Cómo se calcula la esperanza de vida	11
3.1.3. Esperanza de vida a nivel mundial	12
3.1.4. Causas del aumento de la esperanza de vida	14
3.1.5. Países con mayor esperanza de vida	16
3.1.6. Situación en Chile	18
3.1.7. Consecuencias del aumento de la esperanza de vida	20
3.2. Robotización	26
3.2.1. Definición	27
3.2.2. Historia	27
3.2.3. Efectos sobre el empleo	33
3.3. Artículo Base: ¿Estancamiento Secular? El Efecto del Envejecimiento en el Crecimiento Económico en la Era de la Automatización	37
3.3.1. Resumen	37

3.3.2. Introducción	38
3.3.3. Envejecimiento y PIB per cápita: La evidencia entre países	40
3.3.4. Envejecimiento y Robots	44
3.3.5. ¿Puede la escasez de mano de obra llevar a un mayor PIB per cápita?	46
4. Situación en otros países	50
4.1. Los países mejor preparados	52
4.2. Políticas educativas	56
4.3. Gestión de las transiciones laborales	58
5. Revisión de literatura relacionada	60
6. Propuestas	69
6.1. Reforma Educacional	69
6.2. Propuesta 1	71
6.2.1. Parámetros de Evaluación	74
6.2.2. Costos	77
6.3. Propuesta 2	80
6.3.1. Parámetros de Evaluación	82
6.3.2. Ingreso a la carrera	82
6.3.3. Costos	85
7. Conclusiones, Recomendaciones y Limitaciones	87
7.1. Conclusiones	87
7.2. Recomendaciones	90

7.3. Limitaciones 90

REFERENCIAS **90**

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Cuando se habla de economía existe una tendencia a relacionarla con trabajo, más bien con el mercado laboral. Hoy en día el mercado laboral está influenciado por los constantes avances tecnológicos ([Mercader Uguina, 2017](#)), teniendo a la robótica o automatización como su principal logro que, desde el punto de vista de la sociedad, son vistos como una amenaza, ya que las personas necesitan el trabajo como medio para recibir ingresos. ([Reyes, 2001](#)). En la actualidad existen robots que pueden sustituir a un ser humano en su puesto de trabajo.

Un reciente estudio busca demostrar que no existe una relación negativa entre la edad avanzada de la población y la economía ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#)). Justamente en estos dos últimos puntos hay que hacer una detención para analizar meticulosamente cuál podría ser el impacto provocado por la edad avanzada en la economía. Sin dudas intuitivamente es posible aseverar que sea cual sea el tipo relación (si positiva o negativa), la edad influye en la economía de un país.

En dicho estudio hay una sección que trata sobre la relación entre la edad avanzada y los robots, dejando en claro que los países que más rápido envejecen han estado a la vanguardia de la adopción de los robots industriales. Para aterrizar estos conceptos es necesario hablar sobre esperanza de vida que toma un rol importante para comparar el envejecimiento de la población en cada país, los cuales están adoptando un importante tipo de tecnología de automatización.

¿Cuánto tiempo es capaz de vivir el ser humano?, ¿A qué edad se está muriendo hoy en día la gente?, ¿En cuántos años más se ha prolongado el tiempo de vida del ser humano?

A lo largo de la historia de la humanidad, en diferentes escenarios, se ha visto a la población mundial sufrir grandes variaciones en su nivel de desarrollo y crecimiento, viéndose estancados y con muy poco auge debido a la proliferación de enfermedades infecciosas, donde las pestes y epidemias arrasaban con la vida de multitudes de personas de diferentes edades y estratos, caso parecido sucedió con las guerras; todos estos factores y situaciones dejaron una alta tasa de mortalidad y con ello una baja esperanza (expectativa) de vida, conduciendo a una reducción de la población hasta mediados del siglo XX, donde el descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming y de las sulfamidas allá por la Segunda Guerra Mundial ([Hart Casares and Espinosa Rivera, 2008](#)), permiten a la ciencia desarrollar nuevas medicinas (vacunas y antibióticos) y con ello, logran revertir las altas tasas de mortalidad y extender la vida de las personas.

Con el paso del tiempo, el avance de las nuevas tecnologías aplicadas tanto en la medicina como en empresas/ industrias (automatización de procesos), diversas fuentes laborales/trabajos y otras tareas diarias en el quehacer de la gente, han provisto a la población, en mayor medida, de mejoras en las condiciones y calidad de vida, y con ello, se ha ido evidenciando cada vez más a nivel mundial una situación que contrasta bastante con el de hace más de medio siglo atrás: el envejecimiento de la población ([URZÚA, 2010](#)). Cada año son más los países que se van sumando a este fenómeno, y Chile también es uno de ellos, provocando profundos cambios demográficos a nivel mundial ([JAC , sf](#)). Hoy en día,

gracias a estudios de la población y estadísticas de sus indicadores es posible apreciar que hay una menor tasa de natalidad que años anteriores, seguido por un aumento en la esperanza (o expectativa) de vida, debido a factores genéticos y a la mejora en las condiciones del vivir de las personas extendiendo así sus años de vida ([Murray et al., 1996](#)), lo cual a futuro provocaría una disminución de la fuerza laboral traducido en una mayor cantidad de personas jubiladas y menor cantidad de personas en edad de trabajar.

En términos de robotización, esta posee diversas definiciones, según el contexto en el que se esté hablando. Sin embargo, para efectos de esta memoria, se define robotización (en el contexto de automatización) como: “La transformación de la mano de obra hacia una máquina que se parece a un ser humano y realiza actos complejos de forma automática y repetitiva” ([Fernandez Mora, 2018](#)).

La automatización (robotización) ha ido en un constante avance en las economías mundiales como fue mencionado anteriormente, lo cual genera un gran impacto a nivel de desempleo, ya que la robotización tiene la ventaja de que no comete errores en los procesos de manufactura (en cambio el ser humano per se no está exento de cometer algún error), lo cual optimiza los procesos productivos y otorga a las firmas mayores rentabilidades. Ante este escenario, empresas prefieren a robots en vez de seres humanos, provocando masivos despidos para implementar un proceso automatizado.

Ahora bien, tanto el aumento de la esperanza de vida, como la implementación masiva de la robotización en procesos productivos provocan desempleo, lo que genera la disyuntiva de cómo enfrentar estos fenómenos de la actualidad, lo cual se pretende desarrollar mediante el tema tratado en la memoria. Las siguientes preguntas ayudarán a generar una guía durante el desarrollo de la memoria: ¿Está Chile preparado para recibir a los robots en sus procesos manufactureros de mayor importancia? ¿Qué pasará con la generación futura en Chile en el ámbito de competir por un empleo contra un robot? ¿Qué medidas se pueden adoptar para combatir la llegada de la robotización al núcleo principal de la economía en Chile? ¿Qué actividades económicas pueden ser realizadas sólo por humanos?

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo General

Proponer políticas públicas para cambiar el enfoque educativo a largo plazo, con el fin de contrarrestar los efectos de la implementación de la automatización o robotización en el desempleo en Chile, mediante una alta participación del Estado en reformas educacionales

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los principales países que poseen en su estructura económica una alta participación de la robótica, generando un modelo a seguir para contrarrestar el fenómeno del desempleo, mediante la creación de políticas públicas
- Determinar las actividades y trabajos de índole artística o literaria más realizadas en Chile, mediante la revisión del programa del Ministerio de Artes, Cultura y Patrimonio, para promover la realización o estudio de dichas actividades en el futuro
- Considerar un enfoque largoplacista en las propuestas de políticas públicas, para así generar un cambio en las generaciones futuras

3. MARCO TEÓRICO

Como fue mencionado anteriormente, existe una disyuntiva sobre el efecto que provocaría la llegada de la robotización a Chile en términos del desempleo, y a su vez este último está fuertemente afectado por el aumento de la esperanza de vida tanto a nivel local como global. Con el fin de familiarizarse con los temas en cuestión, en el marco teórico se analizará cómo ha cambiado la esperanza de vida a través del tiempo, los principales factores que han hecho que la esperanza de vida aumente y cuáles son las consecuencias de tener una población que en promedio vive más años. Posteriormente se describe, analiza y comenta sobre la automatización y robotización, cómo se define la robotización, qué funciones cumple, cuáles son los países que han implementado este fenómeno en sus principales procesos productivos y cómo se espera que afecte la robotización a los principales factores económicos en Chile.

3.1. Esperanza de vida

3.1.1. Definición

La esperanza de vida se define como “Estimación del promedio en años que vivirá un grupo de personas nacidas el mismo año, si las condiciones de mortalidad de la región/país evaluado se mantuvieran constantes.” ([Departamento de estadísticas e información de salud , sf](#))

Cabe destacar que la esperanza de vida es un indicador que se utiliza mayoritariamente para comparar el nivel general de la mortalidad entre países a lo largo del tiempo. ([Departamento de estadísticas e información de salud , sf](#))

3.1.2. Cómo se calcula la esperanza de vida

Para el cálculo de la esperanza de vida, se intenta repartir la cantidad de años de vida de un cierto grupo de individuos para encontrar el promedio de años que corresponde a cada persona de dicho grupo. Para ello, en primer lugar se necesita calcular cuántos años vive una generación a partir de una cierta edad (x). Se estima que la mayoría de las veces se parte desde el nacimiento, es decir, cuando $x = 0$. La esperanza de vida se calcula a partir de la siguiente ecuación: ([APUNTES DE DEMOGRAFIA](#) , sf)

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

donde,

T_x corresponde al número total de años vividos desde la edad x

l_x corresponde al número de supervivientes en la edad exacta x

El cálculo se puede aproximar a que todas las defunciones (d_x) producidas en cada edad simple se les puede atribuir como promedio haber vivido la mitad de un año en ese intervalo de edad ¹

Se obtiene entonces que el número total de años vividos desde cierta edad específica (x)

mediante:

¹ Algunas se habrán producido a los pocos días de cumplir la edad en cuestión, otras pasados los once meses, se considera que el promedio de todas ellas arroja medio año vivido, ya que se suponen repartidas linealmente

$$T_x = 0,5 \cdot d_x + 1,5 \cdot d_{x+1} + 2,5 \cdot d_{x+2} + \dots + (t + 0,5) \cdot d_{x+t}$$

Se puede factorizar por 0,5 y además, la sumatoria de las defunciones a partir de cierta edad es equivalente al número de supervivientes de dicha edad. A partir de lo anterior se obtiene:

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} = \frac{0,5 \cdot l_x + 1 \cdot d_{x+1} + 2 \cdot d_{x+2} + 3 \cdot d_{x+3} + \dots + t \cdot d_{x+t}}{l_x}$$

Las defunciones de cada edad equivalen a la diferencia entre los supervivientes al inicio y al término de dicha edad, lo que se traduce en:

$$e_x = 0,5 + \frac{1 \cdot (l_{x+1} - l_{x+2}) + 2 \cdot (l_{x+2} - l_{x+3}) + 3 \cdot (l_{x+3} - l_{x+4}) + \dots}{l_x}$$

Finalmente, la esperanza de vida se puede calcular mediante:²

$$e_x = 0,5 + \frac{\sum_{n=1}^{\infty} l_{x+n}}{l_x}$$

3.1.3. Esperanza de vida a nivel mundial

La edad promedio de muerte tanto para hombres como para mujeres en todo el mundo en 1990 era de 65,3 años mientras que el año 2013 fue de 71,5 años. Según un estudio de un consorcio internacional formado por investigadores dirigidos desde el Instituto para la Medición y Evaluación de la Salud (Ihme), se determinó que en los países o regiones más

²Antes se tiene el paso: $e_x = 0,5 + \frac{l_{x+1} - l_{x+2}) + 2l_{x+2} - 2l_{x+3} + 3l_{x+3} - 3l_{x+4} + \dots}{l_x}$

desarrolladas del mundo, la tasa de mortalidad por cáncer disminuyó un 15 %, mientras que los decesos por enfermedades cardiovasculares cayeron un 22 %. En los países más pobres, las muertes por diarreas e infecciones de las vías respiratorias inferiores, también han caído. ([El Mundo , 2014](#))

Según un informe publicado por la Organización Mundial de la Salud el año 2013, los países que han logrado mayores progresos y con ello un aumento considerable en la esperanza de vida son los países pobres (o de bajos ingresos), teniendo un aumento de 9 años promedio entre los años 1990 y 2012. Entre los países que más aumentaron su esperanza de vida destacan: Liberia, Etiopía, Maldivas, Camboya, Timor - Leste y Rwanda, con un aumento de 20, 19, 19, 18, 16 y 17 años respectivamente entre los años 1990 y 2012. ([El Mundo , 2014](#))

Además, el informe señala que un niño nacido en 2012 en un país desarrollado puede vivir en promedio 76 años, mientras que un niño nacido en una nación pobre, vive en promedio 60 años. Por su parte, si una niña nace en un país con altos ingresos, vivirá hasta los 82 años en promedio mientras que si una niña nace en un país con escasos recursos, la esperanza de vida es 63 años. ([El Mundo , 2014](#))

En particular, una mujer vive más que un hombre en cualquier parte del mundo, ya sea en países de altos ingresos como de bajos ingresos. Sin embargo, la esperanza de vida de una mujer en un país desarrollado es 6 años mayor que la esperanza de vida de un hombre, mientras que la esperanza de vida entre una mujer y un hombre difieren en 3 años en un

país con bajos ingresos.

3.1.4. Causas del aumento de la esperanza de vida

Según lo expuesto anteriormente existe un considerable contraste entre los países que poseen bajos ingresos y los que tienen altos ingresos. Esto se traduce en la esperanza de vida, ya que una persona que viva en un país con altos ingresos vivirá en promedio más años que en una nación pobre, esto debido en gran parte al control de las enfermedades no transmisibles, según lo dicho por Ties Boerma, Director del Departamento de Estadísticas y Sistemas de Información Sanitarios de la OMS. ([Organización Panamericana de la Salud](#) , 2014)

Cabe destacar que ha disminuido la tasa de fecundidad y la tecnología avanza cada vez más rápido, contribuyendo al servicio de la salud, brindando soluciones eficaces para combatir enfermedades mortales, ambos factores en conjunto han generado un aumento en la esperanza de vida. ([Organización Panamericana de la Salud](#) , 2014)

Los países ricos han mejorado en el seguimiento y control de la hipertensión arterial, así como también han invertido en publicidad y marketing para disminuir el consumo de tabaco, lo cual ha contribuido en el aumento de esperanza de vida de la población. El estudio de la OMS permitió dilucidar un gran cambio en las causas y edades de defunción. En países africanos el 70 % de las muertes se debe principalmente a la incidencia de enfermedades infecciosas y trastornos conexos. En países donde existen altos ingresos, las enfermedades no transmisibles y las lesiones son la causas de más del 90 % de los años de

vida perdidos. ([Organización Panamericana de la Salud , 2014](#))

El informe “El Valor Del Medicamento Desde Una Perspectiva Social” presentado en Madrid, creado por el Centro de Investigación en Economía de la Salud Weber, dice que el 73 % del incremento del promedio de años que vive una persona en el mundo desarrollado se debe a nuevos tratamientos. ([Weber, 2018](#))

Dicho informe destaca que la innovación farmacéutica ha aportado fuertemente en el aumento de la esperanza de vida, logrando incrementar 1,74 años de esperanza de vida en los países desarrollados entre los años 2000 y 2009, destacándose el uso de los antirretrovirales para combatir la patología VIH, logrando reducir la cantidad de muertes por VIH/SIDA, previniendo 13 millones de muertes a nivel mundial entre el 2010 y 2015, alcanzando incluso asemejar la esperanza de vida de un paciente con VIH a la de la población general³

Al igual que avances en el tratamiento del VIH, la innovación farmacéutica ha logrado producir medicamentos que combaten el cáncer, atribuyéndose un 73 % de la mejora en supervivencia por cáncer a los nuevos tratamientos, generándose un panorama alentador para el futuro, debido a los rápidos avances en el desarrollo de nuevos fármacos. ([Weber, 2018](#))

Por último, el informe hace hincapié en que gracias a la innovación farmacéutica ha

³Entiéndase por población general como la población que no presenta VIH

sido posible lograr importantes avances en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades no comunes como la esclerosis lateral amiotrófica o la distrofia muscular de Duchenne, evitando más de 200 muertes anuales en el corto plazo. Es así cómo la aparición de nuevos medicamentos y tratamientos a enfermedades raras o terminales, han contribuido a brindarle a la población una mejora en la calidad de vida y un aumento en la cantidad de años promedio vividos, generando un valor agregado a la sociedad.

3.1.5. Países con mayor esperanza de vida

En el año 2016 el país, según GHO⁴, con mayor esperanza de vida es Japón con un promedio de vida equivalente a 84,2 años. Por contraparte, el país que presenta la menor esperanza de vida es Lesotho, equivalente a 52,9 años.

En general, los países que mayor esperanza de vida presentan se encuentran en América, Europa y Oceanía. Por el contrario, los países que menor esperanza de vida tienen, se concentran en el continente africano.

En el informe “Salud en las Américas +2017” de la OPS⁵, en América las personas han aumentado 16 años de vida promedio en los últimos 45 años, llegando a ser 75 años promedio vividos por un americano, casi 5 años más que el promedio mundial (71,5 años). Se estima que el 81 % de los nacidos hoy en el continente vivan hasta los 60 años de edad, de dicha población se espera que el 42 % sobrepase los 80 años de vida. (de la Salud, 2007)

⁴El Observatorio Mundial de la Salud (en inglés Global Health Observatory (GHO)) es la puerta de acceso de la OMS a las estadísticas mundiales relacionadas con la salud.

⁵Organización Panamericana de la Salud

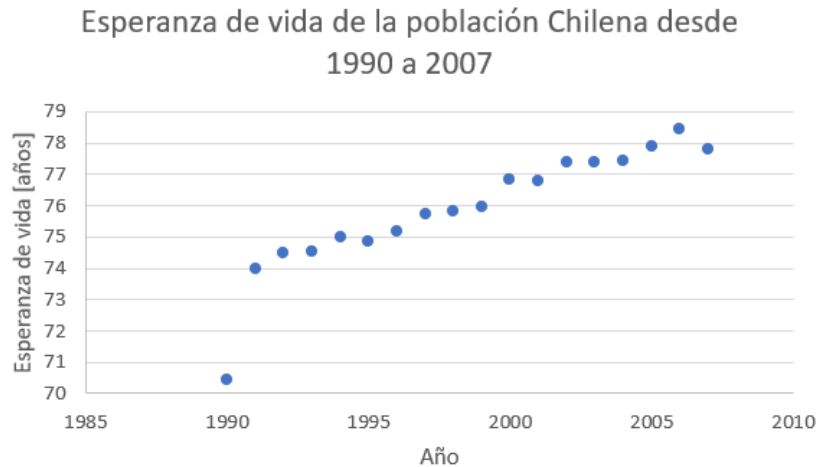
En América el país que contiene la mayor esperanza de vida es Canadá, ya que los ciudadanos canadienses viven en promedio 82,6 años. El segundo lugar del continente, lo ocupa Chile, con una esperanza de vida correspondiente a 80,5 años. El último lugar de América lo ocupa Haití con una esperanza de vida equivalente a 63,3 años.

En la revista The Lancet se publicó un estudio que estimó que el año 2030, el país que poseerá la mayor expectativa de vida será Corea del Sur con un promedio de vida igual a 87,05 años, las mujeres surcoreanas se estima vivirán 90 años, mientras que los hombres de dicho país vivirán 84,1 años. Debido en gran parte a una mejora en el acceso a los cuidados médicos y una alta promoción a la alimentación sana, manteniendo bajo el índice de obesidad.

Por su parte, Estados Unidos a ese año (2030), se estancará en el aumento de esperanza de vida, obteniendo cambios marginales producto de la alta obesidad existente, sumado al incremento de tasas de mortalidad infantil y homicidios.

3.1.6. Situación en Chile

Figura 3.1: Gráfico que muestra el comportamiento de la esperanza de vida en Chile desde el año 1990 a 2007



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del INE

Del gráfico se desprende que Chile en el periodo comprendido entre 1990 y 2007, su esperanza de vida presentó una marcada tendencia al aumento, alcanzando valores que están en el rango [70,79] años, propiciando un panorama auspicioso en términos de aumento del promedio de años que vive la población chilena, en parte gracias a los nuevos descubrimientos en servicios de salud entre fines de los 90's y principios del 2000.

Según un informe entregado por la OMS el año 2016, Chile es el país con mayor esperanza de vida en América Latina con un promedio de 80,5 años. ([Previsión para todos](#) , sf)

Sin embargo, de acuerdo a estudios realizados por la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS), la expectativa de vida en Chile se calcula a partir de los 65 años para los hombres y 60 años para las mujeres, proyectando un período de vida igual a 89,3 años para

las mujeres y 84,5 años para los hombres. Si bien son distintos los datos en comparación al cálculo realizado en el estudio de la OMS, se concluye que la esperanza de vida en Chile, en el mediano plazo va a aumentar. ([Matías Romero , 2017](#))

Un estudio publicado por la revista The Lancet, revela que para el año 2030, las mujeres en promedio vivirán 6 años más que los hombres, traducido en 86,8 años promedio para el sexo femenino y 80,7 años promedio para el género masculino.

Los factores comunes que influyen en el aumento de esperanza de vida en Chile son:

- Desarrollo de la medicina
- Avances tecnológicos
- Mejor calidad de vida
- Mejores condiciones sociales y culturales

Se está teniendo mayor acceso a tratamientos que combaten enfermedades mortales como el cáncer. Además el tratamiento de aguas servidas ha contribuido positivamente en la disminución de enfermedades gastrointestinales, frenando muertes por diarrea aguda, hepatitis, entre otros.

El informe Salud en las Américas+2017 ([de la Salud, 2007](#)) señala que las enfermedades cardiovasculares, respiratorias crónicas, diabetes y cáncer siguen siendo las principales causas de mortalidad en Chile y la región (Latinoamérica). De la misma manera, es im-

perioso comenzar con planes de equidad para que todas las personas tengan acceso a los servicios de salud, y condiciones que determinen una buena salud, entre las que destacan el acceso a agua potable, educación y vivienda digna según dijo Carissa F. Etienne, Directora de la OPS. (de la Salud, 2007)

En resumen, Chile está ubicado en una posición privilegiada en el continente americano con respecto a la esperanza de vida, la cual va en aumento a medida que avanza el tiempo, sumado a que las tasas de natalidad van disminuyendo a nivel mundial, esperándose que en algún momento existan más personas mayores de 65 años que jóvenes. Es inevitable pensar en cuál será el comportamiento del mercado laboral cuando pase dicha situación. Si bien hoy en día existen países en los que se está promoviendo el trabajo para personas que estén por sobre la edad de jubilación, dicha práctica no es suficiente para hacerse cargo de toda la población de avanzada edad. Vivir más años puede ser alentador y revitalizador para cualquier persona, sin embargo conlleva a una preocupación latente sobre qué hacer con dicha población que claramente no posee la misma energía ni habilidades que se tienen cuando joven.

3.1.7. Consecuencias del aumento de la esperanza de vida

No hay dudas que el aumento de la esperanza de vida va a traer consecuencias en el mundo tanto demográficas como económicas. En este último aspecto los cambios más notorios se harán a nivel macroeconómico, más bien, enfocado en el ámbito laboral. El desempleo abarca ciertos conceptos que es necesario interiorizar.

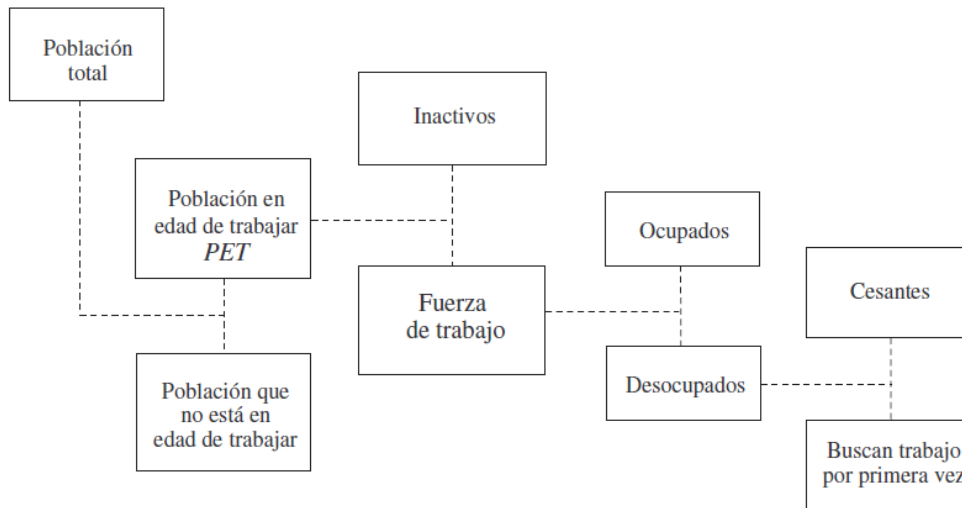
En primer lugar, la población total se divide en dos grupos: Personas que están en edad de trabajar y personas que no están en edad de trabajar, dicha división está dada según el país de procedencia, ya que en algunos países es posible trabajar desde los 16 años y en otros recién a los 18 años un individuo es capaz de empezar a trabajar. (De Gregorio, 2012) Además, otra limitante es que llegada una cierta edad (definida por el país de procedencia) tanto hombres como mujeres pueden jubilarse, pasando de ser una persona que está en edad de trabajar a una persona que no está en edad de trabajar.

A su vez, las personas que están en edad de trabajar se subdividen en dos grupos: Los inactivos, que son personas que están en edad de trabajar pero no desean hacerlo, como por ejemplo personas que por algún motivo no están buscando empleo y el otro subgrupo es la fuerza de trabajo, correspondiente a la cantidad de personas de una determinada población que están en edad de trabajar y desean hacerlo. (De Gregorio, 2012)

La fuerza de trabajo se divide en dos grupos: En primer lugar están las personas que tienen un empleo o mejor dicho los ocupados. El segundo subgrupo que compone la fuerza de trabajo son las personas desocupadas o desempleadas, como su nombre lo dice, son personas que no han encontrado empleo y pueden estar cesantes, o bien, buscan trabajo por primera vez. (De Gregorio, 2012)

Lo dicho anteriormente se resume en el siguiente esquema:

Figura 3.2: Subdivisión de la población en términos del desempleo



Fuente: José De Gregorio.

El desempleo se mide principalmente a través de la tasa de desempleo, la cual se mide restando la cantidad de empleados a la fuerza laboral y dicha diferencia dividida por la fuerza de trabajo, mostrado en la siguiente ecuación (De Gregorio, 2012):

$$u = \frac{FT - E}{FT}$$

Donde, u es la tasa de desempleo

FT corresponde a la fuerza de trabajo

y E es la cantidad de personas empleadas u ocupadas

Es posible notar, que la tasa de desempleo mide la el ratio entre las personas que están cesantes o buscando trabajo por primera vez y las personas que están en edad de trabajar y desean hacerlo.

Como fue mencionado anteriormente el aumento de la esperanza de vida va a traer consecuencias a nivel macroeconómico, ya que si no se realizan cambios en los actuales sistemas y planes de jubilación, en el futuro van a haber más personas que no estén en edad de trabajar debido al aumento de personas jubiladas, disminuyendo considerablemente la fuerza de trabajo, lo cual afecta negativamente a la economía, ya que hay una menor cantidad de personas trabajando, disminuyendo la producción y a su vez el producto interno bruto, traducido en un menor ingreso para las familias, y por ende, un menor desarrollo para el país.

Ahora bien, el análisis presentado anteriormente es bastante estático y lejano de la realidad, debido a que está basado en el principio *ceteris paribus* de la economía, el cual supone que todas las demás variables atribuibles al problema en cuestión se mantienen constantes, suceso que en la realidad no se cumple, ya que el mundo en sí es muy cambiante y tiene innumerables factores que influyen o alteran el resultado de algún estudio o tema en particular.

Para evitar que el desempleo se vea afectado fuertemente por el aumento en la esperanza de vida, se ha fomentado y discutido la opción de incrementar las edades necesarias para poder jubilar, esto porque al subir las cotas superiores de edad para jubilar, implicará

que la población podrá seguir trabajando 10 o 15 años más, contribuyendo al desarrollo económico del país. (De Gregorio, 2012)

En el artículo “El envejecimiento de la población: Los desafíos a los que hay que enfrentarse” se sugiere un cambio en el ambiente laboral para integrar a los seres humanos que están por sobre los 60 años y a su vez incentivar un cambio en el estilo de vida tanto personal como laboral. Kaare Christensen una de las autoras del artículo, destaca que: “La introducción de mejoras relacionadas con la salud y en el funcionamiento del lugar de trabajo, así como el cambio de un trabajo que exige esfuerzo a otro que exige conocimiento, significa que un porcentaje creciente de personas en la franja de los 60 y de los 70 años es capaz de contribuir a la economía. Como muchas de esas personas prefieren trabajar a tiempo parcial, todo indica que actividades que requieren 15, 20 o 25 horas de trabajo deberán aumentar”. (Wharton University , 2010). Es decir, la edad no será un problema en la contribución a la economía, las personas que estén entre los 60 y 70 años van a poder participar activamente en el trabajo, porque gracias a su sabiduría, conocimiento y vasta experiencia, las empresas buscarán la manera de adecuarse a sus servicios, protegiéndolos de una exigencia física y psicológica importante como lo es cumplir horarios de trabajo equivalentes a 45 horas semanales.

Un cambio en el estilo de vida laboral es por ejemplo, un aumento en la demanda de trabajos a tiempo parcial. Como ya se dijo, la población más avejentada optará por trabajos que sean compatibles con su energía, condiciones físicas y salud en general, conservando un cierto estándar de calidad de vida, dichos trabajos corresponden a trabajos

part-time. A su vez, no sólo los adultos mayores demandarán dichos trabajos, sino que los adultos jóvenes también lo harán, ya que buscan hoy en día trabajos que les permitan tener tiempo para la familia. El mundo laboral está cambiando desde ya, lo cual lo avala Peter Capelli, Director del Centro de Recursos Humanos de Wharton, quien afirma: “Ya es más fácil trabajar a distancia, online [...] Las exigencias físicas de muchas actividades están disminuyendo, las obligaciones son de más corto plazo, las subcontrataciones de todo tipo son cada vez más frecuentes y hay un volumen mayor de trabajo que se ejecuta por contrato. Todo eso simplifica la entrada y salida de las personas del lugar de trabajo, por lo menos en principio [...] Resta saber en qué medida los responsables de compañías serán receptivos con los trabajadores más viejos y adoptarán horarios de trabajo más flexibles, supervisarán menos y delegarán más”. ([Wharton University](#) , 2010)

Otro punto que se está considerando es la oportunidad de re-educar a las personas más avejentadas, ya que muchas de ellas se ven sorprendidas ante el constante cambio y avance tecnológico, quedando retrasados en el uso de softwares o nuevos dispositivos digitales que implementa la empresa a la cual pertenecen. Si bien, los trabajadores más avejentados aportan con su experiencia y gran conocimiento, es imperioso que ese aporte sea equilibrado, manteniéndose actualizado. También se busca enseñarles un poco de finanzas para que sean capaces de poder generar un plan de jubilación y hacerles entender que desde ya tienen que empezar a invertir en su futuro.

3.2. Robotización

Como fue mencionado al inicio del marco teórico, se hablará de la robótica. Es necesario hacer una breve introducción que explique de manera acotada y precisa el impacto que se está generando con el fenómeno de la robotización. Los avances tecnológicos impactan de gran manera a la robótica, ya que su desarrollo es proporcional al de otros desarrollos tecnológicos como la inteligencia artificial y el Big Data, lo que provoca que la automatización sea más transversal y se ocupe en tareas que no son repetitivas, como por ejemplo ofrecer un diagnóstico y tratamiento a partir del análisis de datos de informes médicos y artículos especializados. Dado esto, el aprendizaje de los robots se va haciendo más independiente de la dimensión humana (programador humano), debido a que los robots aprenden cuáles algoritmos son mejores en funcionamiento y entienden la secuencia de pasos necesarios para llevar a cabo una tarea.

Todo lo dicho anteriormente radica en que los grandes avances en la robotización impactarán de manera directa en el empleo, ya que se relaciona la robotización con la sustitución del trabajo y peor aún, no sólo el trabajo de carácter rutinario, como lo es la industria manufacturera a gran escala, sino también trabajos que requieren mayor capacidad de habilidades humanas como lo son la ingeniería y biología (salud).

Para interiorizarse aún más con el tema, en esta sección se abarcará tanto la definición como la historia y desarrollo de la robotización a lo largo del tiempo y qué países hoy en día han sacado más provecho mediante el uso adecuado del fenómeno en cuestión.

3.2.1. Definición

La robotización se define como la utilización creciente de robots en los procesos de producción. Los robots son manipuladores (brazos y manos) industriales controlados por un ordenador. Son máquinas prácticamente autónomas, polivalentes e incluso con capacidad de ajustarse a sí mismas. Una característica peculiar del robot es la capacidad de tomar decisiones gracias a la información que le proveen desde el mundo exterior, según un programa operativo adecuado en su sistema informático. ([Vázquez, 2015](#))

3.2.2. Historia

Si bien la robótica puede remontarse a épocas antes de Cristo, principalmente a mitologías griegas que hacían referencias sobre la vida artificial, específicamente se le atribuye a Prometeo la creación del primer hombre y primera mujer con barro, dándole vida mediante el fuego celeste. Asimismo en la mitología romana, Vulcano construye ingenios mecánicos que utiliza como sirvientes. Con el fin de alinearse con la contextualización de la robotización en la problemática del desempleo, se hará un enfoque a la historia del fenómeno en cuestión desde mediados del siglo XX hasta el día de hoy. ([Vázquez, 2015](#))

En 1948, George Devol, el padre de la robótica industrial, patentó un manipulador programable que fue la semilla del robot industrial. En ese mismo año, R.C.Goertz, integrante del Argonne National Laboratory, desarrolló el primer tele manipulador con el fin de manipular elementos radioactivos dejando exento de riesgos al operador. Básicamente el tele manipulador era un dispositivo maestro-esclavo, donde el manipulador maestro seguía exactamente los mismos movimientos del operador. ([Sánchez-Martín et al., 2007](#))

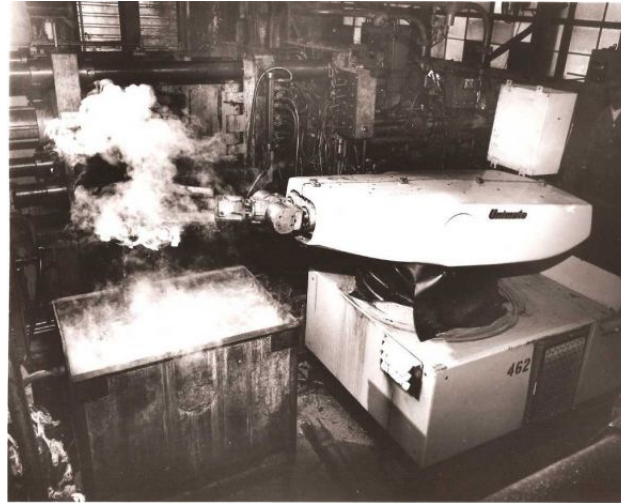
En 1958, Ralph Molser, pionero de la tele manipulación, desarrolló Handy-man, un dispositivo que posee dos brazos mecánicos teleoperados a través de un maestro del tipo exoesqueleto⁶. La invención de los tele manipuladores captaron la atención de las industrias nuclear, submarina y espacial a lo largo de los años setenta. Con respecto a los tele manipuladores, no han tenido un importante desarrollo en sus capacidades desde sus orígenes, debido a que la gran parte de la atención se la llevan los robots, transformándose el mercado de tele manipuladores, en uno selecto y limitado. (Sánchez-Martín et al., 2007)

Sin embargo, la creación de tele manipuladores dio paso al concepto de robot, debido a que un programa de ordenador que controlase los movimientos del manipulador, sustituyó a un operador.

George Devol, ingeniero estadounidense, estableció las bases del robot industrial moderno patentando su idea de un dispositivo de transferencia de artículos programada en Estados Unidos en 1961. En 1960 Devol junto a Joseph F. Engelberg, Director de la división aeroespacial de la empresa Manning Maxwell y Moore, instalaron el primer robot industrial en la fábrica de General Motors, el cual llamaron Unimate. (Sánchez-Martín et al., 2007)

⁶Entiéndase exoesqueleto como una estructura o armazón rígida que protege el interior de algunos animales e incluso permite moldear y dar forma a su cuerpo

Figura 3.3: Primer robot industrial (1960). Unimate



Fuente: Proyectoidis.org

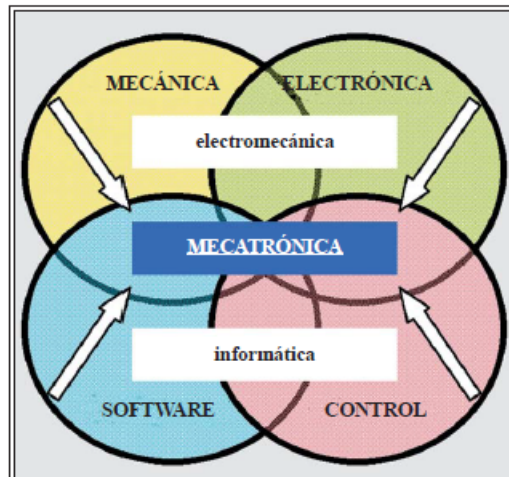
Tres años después de este acontecimiento, se da inicio a la ejecución de los robots en la industria automotriz en Europa, para posteriormente (año 1968) implementarse en Japón. ([Sánchez-Martín et al., 2007](#))

En 1962, por primera vez en la historia se muestra la capacidad adaptativa de un robot, gracias al desarrollo de sensores y retroalimentación aplicados a una mano robotizada de tipo ANL 8, la cual presenta 6 grados de libertad y un procesador TX-0, todo esto mediante un trabajo sobre sensores táctiles MH-1 publicado por HA Enst. ([Sánchez-Martín et al., 2007](#))

En 1968, en el Stanford Research Institute, se desarrolla Shakey, un robot provisto de múltiples sensores que le permiten desplazarse por el suelo y seguir instrucciones a través de un control remoto por radio. ([Sánchez-Martín et al., 2007](#))

La empresa Kawasaki, se alza como la líder en robótica en Japón, gracias a una negociación de una licencia con la empresa estadounidense Unimattion, esto en 1968, asimismo se emplea el término "mecatrónica" que se refiere al conjunto de mecanismos de control automático imprescindibles para el desarrollo de cualquier máquina inteligente. (Sánchez-Martín et al., 2007)

Figura 3.4: Diagrama que muestra la interacción de los elementos necesarios para crear una máquina inteligente



Fuente: Paper Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al Robot da Vinci (Parte II).

En 1975, se revoluciona la industria robótica gracias a la aplicación de microprocesadores, los cuales contribuyen a la mejoramiento del tamaño y precio de los robots. Entre 1975 y 1980 el parque de robots a nivel mundial aumentó en un 25%. (Sánchez-Martín et al., 2007)

A partir del año 1980, avances en investigaciones sobre controles informáticos y sensores, potencian la creación de robots capaces de adaptarse al ambiente y tomar decisiones.

En ese mismo año, una demostración en la Universidad de Rhode Island comprobó que un sistema robótico era capaz de controlar piezas en orientaciones espaciales aleatorias. Gracias a los avances en robótica y su transversalidad en el uso de robots, fue posible alcanzar importantes logros en las distintas industrias que implementaron los robots en sus rubros, destacándose por ejemplo el primer robot teleoperado en el espacio, utilizado por el transbordador Columbia en el año 1982, o bien en 1985 en la industria submarina, un vehículo guiado a control remoto fue capaz de encontrar restos del Titanic a 4000 metros de profundidad, y otro de estos mismos vehículos fue utilizado para el rescate de un avión de la aerolínea Air Indian, que cayó en las costas de Irlanda. ([Sánchez-Martín et al., 2007](#))

Cabe destacar que el primer siniestro fatal de la historia de los robots, ocurrió el 21 de julio de 1984, cuando un trabajador murió aplastado contra una barrera de protección producto de la acción de un robot, todo esto ocurrido en Michigan. ([Sánchez-Martín et al., 2007](#))

En 1986 avances en investigación y desarrollo se enfocan en que un robot beneficie a la sociedad mediante la cooperación en labores que un ser humano no puede hacer. Se puede ver que desde esos años (1986) ya era posible entrever que los robots de alguna manera u otra iban a impactar en la sociedad provocandoles un bien y un mal al mismo tiempo, ya que es cierto que un robot ayuda en labores que un humano no puede hacer, pero también puede ser empleado para cumplir funciones que un humano sí puede realizar, y lo hace de manera más eficiente y con una tasa de falla menor, por ende generaría una competencia

por el puesto de trabajo. (Sánchez-Martín et al., 2007)

En el año 1989 se cambia la filosofía en el ámbito de la creación de un robot, ya que en vez de construir pocos robots, grandes y caros, ahora se busca la creación de muchos robots, pequeños y baratos, esto según R Brooks y AM Flynn, investigadores del MIT, que publicaron el artículo "Fast, cheap and out of control: A Robot Invasion of the Solar System". El cambio de filosofía antes mencionado puede ser evidenciado en el parque de robots existente el año 1995, que asciende a 700.000 máquinas inteligentes. (Sánchez-Martín et al., 2007)

De ahí en más, los avances en robótica han ido enfocados a desarrollar la movilidad de un robot, donde uno de los grandes retos de la robótica moderna es lograr que un robot se mantenga en posición erecta sobre dos piernas y camine contorneando la cadera como un ser humano. Hoy en día a nivel doméstico existen robots que son comprados para que cumplan labores de limpieza, es el caso de los plafones móviles de iRobot, Scooba y Roomba. Robots del tipo androide, como lo son ASIMO, SIGMO, entre otros son capaces de caminar y entablar una conversación con un ser humano. En el ámbito de la medicina, robots han sido diseñados con el fin de facilitar operaciones quirúrgicas como cirugía abdominal, prostatectomía radical, nefrectomía, entre otros. (Sánchez-Martín et al., 2007)

Fuente: Sony.

Figura 3.5: Robot Qrio creado el 2003 por la empresa Sony



3.2.3. Efectos sobre el empleo

El cambio tecnológico que se vive hoy en día genera una transformación total en la forma de entender el concepto de trabajo. Lo que más genera revuelo a nivel mundial es la velocidad con la que los procesos de robotización han ido ganando terreno en unos debilitados mercados laborales marcados por altos índices de desempleo. Cabe destacar que la robotización tiene el potencial necesario para provocar un cambio en términos laborales y de estilo de vida.([Mercader Uguina, 2017](#)). Además es pertinente señalar que en 1930 John Maynard Keynes, uno de los economistas más importantes de la economía moderna, autor del Modelo Keynesiano en uno de sus ensayos predijo que en el 2030 la jornada laboral no superaría las 15 horas semanales, lo cual provocaría que la sociedad viviría un época de disfrute y goce (dicha profecía no tuvo en consideración el factor robotización ni el factor desempleo). En economías de países del Mediterráneo, es posible ver que se cumple dicha predicción que tiene casi 90 años de historia, ya que sectores industriales como el agrícola, automovilístico, entre otros están reduciendo su mano de obra por máquinas que son más eficientes. Nomura Research Institutes, en respuesta a la predicción de Keynes

estableció que en el año 2030 el 50 % de los puestos laborales en Japón serán ocupados por robots. (Fernandez Mora, 2018)

No existe un consenso respecto a cuál es el efecto sobre el empleo y el futuro del mercado laboral, ya que diversos estudios difieren en el efecto exacto como por ejemplo un estudio realizado por Frey y Osborne (Frey and Osborne, 2013) prevé que la robotización va a afectar al 47% de los empleos en Estados Unidos mientras que un estudio de la OCDE (Arntz et al., 2016) indica que solo el 9 % de los empleos en Estados Unidos están con probabilidades de ser automatizados. Mientras que existen otros puntos de vista que indican que no hay un efecto significativo de la robotización en el empleo (Graetz and Michaels, 2015). Sin embargo, lo que si se sabe indiscutiblemente es que el impacto provocado por la robotización, sea cual sea, será de gran importancia. Dicho impacto abarca cambios en el sistema educativo, salarios y productividad. (Mercader Uguina, 2017)

Es importante destacar que en un principio los robots se utilizaban para realizar tareas sencillas, ahora gracias a los constantes avances en inteligencia artificial los robots incorporan funciones cognitivas, es decir ya no sólo pueden ser utilizados para la realización de actividades rutinarias sino que es posible otorgarle un puesto de trabajo a un robot en el cual tenga que tomar decisiones, convirtiéndose en sustitutos de la mano de obra convencional. (Mercader Uguina, 2017)

Según la Estrategia 2020 de la UE para la robótica, se define la actual evolución: “La tecnología robótica llegará a ser dominante durante la próxima década. Influirá sobre

todos los aspectos del trabajo y del hogar. La robótica tiene el potencial necesario para transformar las vidas y las prácticas laborales, para elevar los niveles de eficiencia y de seguridad, para ofrecer mejores servicios y para crear empleo. Su impacto será cada vez mayor, a medida que se multipliquen las interacciones entre los robots y las personas".

([Mercader Uguina, 2017](#))

Ahora bien, es necesario explicar en qué oficios la robotización puede afectar de manera negativa al empleo, para así contextualizar y entender un poco más cuál es la amenaza de la robotización. Los puestos de trabajo de calificación media son los que se ven más afectados por la robotización, incluso pudiendo desaparecer. Estos trabajos son relativamente fáciles de convertir en rutina, e incluyen a los contadores, oficinistas, trabajadores de líneas de montaje, entre otros. Esto provocará que dichos trabajadores se vean en la necesidad de acudir a trabajos que posean un menor nivel de competencia, lo que provocará en el mediano y largo plazo, menores salarios y altas probabilidades de perder el empleo. En el caso opuesto, los empleos altamente calificados, que implican gran capacidad de resolución de situaciones, intuición, creatividad, destrezas y habilidades de comunicación social flexible para mejorar la prestación de servicios, son claramente más complejas de convertir en rutina. Sin embargo, a futuro se espera que a través de la gran cantidad de datos manejados hoy en día y el aprendizaje automático, se puedan automatizar muchas tareas que antes era imposible hacerlo. ([Mercader Uguina, 2017](#))

Estudios ([Graetz and Michaels, 2015](#)) muestran que en una industria que posee altos niveles de densidad de robots, los trabajadores de baja calificación trabajan menos horas.

Esto se explica porque la industrialización ha generado un aumento en la productividad, alcanzando niveles de vida impensables en los países más avanzados, pero eso no ha sido gratis, ya que el aumento de productividad ha conllevado a un efecto negativo sobre la cantidad de empleo en los sectores que más desarrollo presentan en términos de industrialización.

Para finalizar con esta sección, y a modo de resumen, las líneas de pensamiento sobre la relación empleo - robotización puede separarse en dos grupos: Tecnooptimistas y Tecnopesimistas.

El primer grupo (tecnooptimistas) consideran a la robotización con un "gran bluff" ([Husson, 2016](#)) debido a que a lo largo de la historia, las fuentes laborales se han visto inmersas en cambios dinámicos de estructura y funcionamiento tanto de la economía como de la industria en si misma, donde las revoluciones industriales adoptaron gran protagonismo, y donde se comprobó que un crecimiento de la productividad, significó un aumento en el empleo. Por ende, defienden la postura de que el resultado neto entre destrucción de empleo y creación de nuevos empleos en términos de robotización, implicará que un aumento de la robotización, generará aumentos en el empleo. Así como hay personas que serán reemplazadas en su puesto de trabajo, otras personas verán la oportunidad de trabajo en aquellos puestos que requieran la mantención de un robot, programación, etc.

Por contraparte, los tecnopesimistas, admiten que la incorporación de la máquina en procesos productivos u otras fuentes laborales a través del tiempo ha sustituido más que

destruido el empleo, el cambio que generaría la robotización esta vez sí es una amenaza y puede producir una destrucción masiva de puestos de trabajo. (Mercader Uguina, 2017)

Como fue dicho anteriormente, no existe un consenso sobre cuál será el efecto de la robotización en el empleo, por lo que es pertinente revisar casos puntuales y específicos de países que posean estudios sobre el tema y también, tengan una gran densidad de robots en sus industrias para así ver el comportamiento de manera más objetiva, avalada con números para así ver cómo han actuado dichos países con el fin de enfrentar el fenómeno de la robotización. Esto se verá más adelante.

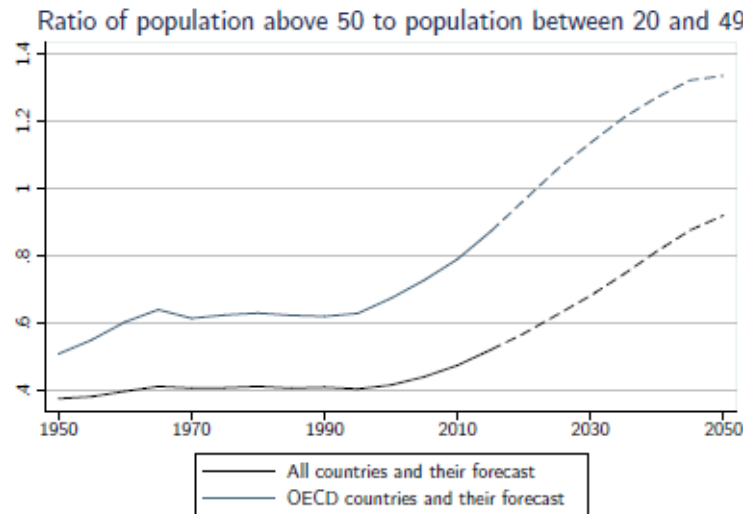
3.3. Artículo Base: ¿Estancamiento Secular? El Efecto del Envejecimiento en el Crecimiento Económico en la Era de la Automatización

3.3.1. Resumen

Este artículo busca mostrar que no existe una relación negativa entre el envejecimiento de la población y el crecimiento de la economía. Esto a pesar de que existen muchos estudios recientes que enfatizan los efectos negativos del envejecimiento de la población en el crecimiento económico. Los autores del artículo sugieren que el hallazgo contraintuitivo (relación negativa entre envejecimiento de población y crecimiento de la economía) podría reflejar que existe una adopción más rápida de tecnologías de automatización en los países que sufren cambios demográficos más pronunciados, lo cual entrega evidencia y fundamentos teóricos a lo expresado en este artículo. (Acemoglu and Restrepo, 2017)

3.3.2. Introducción

Figura 3.6: Envejecimiento de la población desde 1950 hasta 2015 y las proyecciones hasta el 2050 (según datos obtenidos de la ONU). El envejecimiento es medido por el ratio entre la población mayor a 50 años y la población que tiene entre 20 y 49 años de edad.



Fuente: Acemoglu y Restrepo, con datos obtenidos de la ONU.

El rápido envejecimiento de la población de ambas economías desarrolladas mostradas anteriormente en la figura, y muchas otras economías en el resto del mundo, es visto como uno de los problemas más peligrosos de la economía en las próximas décadas. (Acemoglu and Restrepo, 2017)

Aunque ambas perspectivas implican que los países que experimentan un rápido envejecimiento de la población deberían sufrir más de estos problemas económicos (interrupciones en el crecimiento)⁷, Acemoglu y Restrepo muestran que desde comienzos de los

⁷Para llegar a esta conclusión hay que tener en cuenta las siguientes tres consideraciones: En primer lugar, hay factores no demográficos, como un incremento en los niveles de desigualdad y un progreso

90's o 2000's, periodos que son comunmente vistos como el inicio de los efectos adversos del envejecimiento de la población en muchos países avanzados en el mundo, no existe una asociación negativa entre el envejecimiento y un PIB per cápita más bajo. ⁸ . (Acemoglu and Restrepo, 2017)

La siguiente figura deja entrever que existe un patrón relevante al representar la correlación bruta entre el cambio del PIB per cápita entre los años 1990 y 2015 y el cambio en el ratio de la población mayor a 50 años y la población entre 20 y 49 años.

Figura 3.7: Correlación entre envejecimiento y crecimiento del PIB per cápita (en dólares). El envejecimiento es definido como el cambio del ratio entre la población mayor a 50 años y la población entre 20 y 49 años.



tecnológico mpás lento, que también son vistos como una de las potenciales causas, por el lado de la demanda, del estancamiento secular. En segundo lugar, este tipo de estancamiento secular puede ser parcialmente compensado con la política monetaria. Por último, con los flujos de capitales internacionales, el envejecimiento de la población en un país podría afectar el PIB per capita en otros países también.

⁸Thomas Lindh, Bo Malmberg (1999) y James Feyrer (2007) investigaron sobre la relación entre cambios demográficos y la productividad agregada o crecimiento de la economía, centrándose en datos anteriores a 1990. ambos papers encontraron alguna evidencia que apoya la noción de que una fracción de la población que tiene sobre 50 años contribuye negativamente al PIB per cápita. Dichos hallazgos motivaron a Acemoglu y Restrepo a elegir como variables a los cambios demográficos y el ratio entre la población mayor a 50 años y la población entre 20 y 49 años de edad, para su línea base de investigación

Fuente: Acemoglu y Restrepo con datos obtenidos de Penn World Tables

Más adelante se verá que aunque se manipulen los valores del PIB per cápita inicial, la composición demográfica inicial y tendencias diferenciales por región, no hay evidencia de que exista una relación negativa entre PIB per cápita y envejecimiento, sino todo lo contrario, existe una relación significativamente positiva en muchas situaciones específicas. La ausencia de una fuerte asociación negativa entre cambios en la estructura de la edad y cambios en el PIB per cápita es sorprendente. Entonces, ¿Qué lo explica? . ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

La era post 1990 coincide con la llegada de una gama de tecnologías que reemplazan la mano de obra, más recientemente robótica e inteligencia artificial, los cuales proveen una amplia variedad de opciones a las firmas para automatizar los procesos de producción. En la sección 5.4, se muestra que los países que experimentan más rápido cambios demográficos son más propensos a adoptar robots. En la sección 5.5, se muestra que cuando el capital es lo suficientemente abundante, una escasez de mano de obra joven o de mediana edad, puede desencadenar una adopción mucho mayor de tecnologías de automatización con lo cual los efectos negativos de la escasez de mano de obra podrían ser neutralizados completamente o incluso revertidos. ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

3.3.3. Envejecimiento y PIB per cápita: La evidencia entre países

En esta sección, se empieza mostrando que la relación descrita en la Figura 7 es robusta. Se utilizaron datos del PIB per cápita obtenidos desde Penn World Tables y la población

por edad se obtuvo desde la ONU. Los principales resultados se muestran en la Figura 8, que representa las regresiones del cambio en *log* PIB per cápita desde 1990 a 2015. La medida de referencia del envejecimiento de la población, se mide a través del cambio en el ratio entre la población mayor a 50 años y la población entre 20 y 49 años. La muestra de referencia incluye 169 países de los cuales se tienen datos. El panel A informa sobre las regresiones en los cambios del ratio antes mencionado (grandes diferencias) con errores estándares robustos. La columna 1 muestra la correlación bruta (sin procesar), ya representada en la Figura 7. Se puede ver una relación positiva pero insignificante. El resto de la tabla corrobora la robustez de dicha relación. (Acemoglu and Restrepo, 2017)

Figura 3.8: Estimaciones del impacto del envejecimiento poblacional sobre el PIB per cápita desde 1990 a 2015 y desde el 2000 hasta el 2015

	SAMPLE OF ALL COUNTRIES					OECD COUNTRIES		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>Panel A. aging measured by the ratio of the population above 50 to population between 20 and 49.</i>								
Change in ratio of old to young workers (from 1990 to 2015)	0.335 (0.210)	1.036*** (0.257)	1.162*** (0.276)	0.773** (0.322)	1.703*** (0.411)	-0.262 (0.352)	0.042 (0.346)	1.186*** (0.458)
Initial GDP per worker in 1990		-0.153*** (0.039)	-0.138*** (0.042)	-0.156*** (0.046)	-0.190*** (0.045)		-0.205*** (0.072)	-0.260*** (0.092)
First-stage F statistic					19.36			7.38
Overidentification test p-value					0.51			0.44
Observations	169	169	169	169	169	35	35	35
<i>Panel B. aging measured by the average age of the population above 20.</i>								
Change in average age (from 1990 to 2015)	0.042*** (0.015)	0.090*** (0.017)	0.092*** (0.018)	0.065*** (0.024)	0.103*** (0.023)	0.017 (0.046)	0.001 (0.034)	0.059* (0.035)
Initial GDP per worker in 1990		-0.167*** (0.038)	-0.157*** (0.045)	-0.167*** (0.048)	-0.188*** (0.046)		-0.193** (0.079)	-0.187** (0.089)
First-stage F statistic					26.77			8.01
Overidentification test p-value					0.63			0.38
Observations	169	169	169	169	169	35	35	35
<i>Panel C. Long differences from 2000 to 2015</i>								
Change in ratio of old to young workers (from 2000 to 2015)	0.051 (0.210)	0.950*** (0.238)	1.028*** (0.282)	0.215 (0.259)	0.809* (0.453)	-0.151 (0.294)	0.009 (0.285)	0.373 (0.463)
Initial GDP per worker in 2000		-0.136*** (0.022)	-0.127*** (0.024)	-0.077** (0.031)	-0.095** (0.037)		-0.259*** (0.057)	-0.256*** (0.054)
First-stage F statistic					19.95			8.06
Overidentification test p-value					0.62			0.10
Observations	169	169	169	169	169	35	35	35
<i>Differential trends by:</i>								
Population and initial age structure			✓	✓	✓		✓	✓
Region				✓	✓			

Fuente: Acemoglu y Restrepo

En la columna 2 se incluyen los valores iniciales del *log* PIB per cápita, mientras que en la columna 3 se tienen los valores iniciales de la composición demográfica (ratio entre la población mayor a 50 años y la población entre 20 y 49 años y el *log* de la población en 1990). La columna 4 además incluye un conjunto de maniqués de las regiones del mundo bancario (como latinoamérica, Asia Oriental, Asia Meridional, Africa, Africa del Norte, Medioriente, Europa del Este, Asia Central y países desarrollados), permitiendo así la diferenciación de tendencias regionales. Con estos valores controlados, la relación entre el envejecimiento y el PIB per cápita llega a ser menos positivo pero estadísticamente significativo al 5%. Por ejemplo, en la columna 4, el coeficiente estimado es 0.773 (error estándar = 0.322). La columna 5 estima la relación usando las tasas de natalidad de 1960, 1965, 1970, 1975 y 1980 de los cohortes ⁹ como un instrumento para la variable cambio demográfico, eliminando así la variación debida a la migración o al cambio de la mortalidad, lo que podría ser endógeno a los cambios en el PIB per cápita. En este caso, el coeficiente de interés llega a ser incluso más positivo y significativo, con un valor igual a 1.703 (error estándar = 0.411). ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

Las columnas desde la 6 a la 8, reportan las mismas regresiones para los 35 países de la OCDE. En este caso, la estimación OLS es imprecisa, aunque la estimación IV es una vez más positiva y similar a las del conjunto muestra - 1.186 (error estándar = 0.458). ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

⁹Entiéndase cohorte como un conjunto de personas que comparten un mismo suceso dentro de un cierto período temporal. (Obtenido de: <https://definicion.de/cohorte/>)

El panel B muestra patrones similares con una diferente medición del envejecimiento: cambio en la edad promedio de la población sobre 20 años de edad. El panel C muestra que el panorama general también es similar cuando se enfocan en la muestra posterior a los 2000 (2000 -2015), donde las preocupaciones por el estancamiento secular se han vuelto más prominentes. (Acemoglu and Restrepo, 2017)

Figura 3.9: Estimaciones del impacto del envejecimiento poblacional sobre el PIB per cápita desde 1965 a 2015 y desde el 1990 hasta el 2015.

	SAMPLE OF ALL COUNTRIES					OECD COUNTRIES		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>Panel A. aging measured by the ratio of the population above 50 to population between 20 and 49.</i>								
Change in ratio of old to young workers (from 1990 to 2015)	0.335 (0.210)	1.036*** (0.257)	1.162*** (0.276)	0.773** (0.322)	1.703*** (0.411)	-0.262 (0.352)	0.042 (0.346)	1.186*** (0.458)
Initial GDP per worker in 1990		-0.153*** (0.039)	-0.138*** (0.042)	-0.156*** (0.046)	-0.190*** (0.045)		-0.205*** (0.072)	-0.260*** (0.092)
First-stage F statistic					19.36			7.38
Overidentification test p-value					0.51			0.44
Observations	169	169	169	169	169	35	35	35
<i>Panel B. aging measured by the average age of the population above 20.</i>								
Change in average age (from 1990 to 2015)	0.042*** (0.015)	0.090*** (0.017)	0.092*** (0.018)	0.065*** (0.024)	0.103*** (0.023)	0.017 (0.046)	0.001 (0.034)	0.059* (0.035)
Initial GDP per worker in 1990		-0.167*** (0.038)	-0.157*** (0.045)	-0.167*** (0.048)	-0.188*** (0.046)		-0.193** (0.079)	-0.187** (0.089)
First-stage F statistic					26.77			8.01
Overidentification test p-value					0.63			0.38
Observations	169	169	169	169	169	35	35	35
<i>Panel C. Long differences from 2000 to 2015</i>								
Change in ratio of old to young workers (from 2000 to 2015)	0.051 (0.210)	0.950*** (0.238)	1.028*** (0.282)	0.215 (0.259)	0.809* (0.453)	-0.151 (0.294)	0.009 (0.285)	0.373 (0.463)
Initial GDP per worker in 2000		-0.136*** (0.022)	-0.127*** (0.024)	-0.077** (0.031)	-0.095** (0.037)		-0.259*** (0.057)	-0.256*** (0.054)
First-stage F statistic					19.95			8.06
Overidentification test p-value					0.62			0.10
Observations	169	169	169	169	169	35	35	35
<i>Differential trends by:</i>								
Population and initial age structure			✓	✓	✓		✓	✓
Region				✓	✓			

Fuente: Acemoglu y Restrepo

La Figura 9, extiende la muestra a 1965 e informa sobre las regresiones con dos diferencias de 25 años para cada agrupación de países. Las columna 1 y 2 son lo mismo que las columnas 1 y 3 de la Figura 8 y presentan resultados muy similares. Además, las

columnas de las 3 a la 6 incluyen maniqués de países, que son equivalentes a tendencias lineales específicas de cada país por nivel e informan sobre las estimaciones OLS y IV de este método que es más exigente en cuanto a especificaciones. Las estimaciones nuevamente apuntan hacia una positiva y estadísticamente significativa relación entre el envejecimiento de la población y el crecimiento económico en toda la muestra. (y menos positiva e insignificante relación en la OCDE). ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

3.3.4. Envejecimiento y Robots

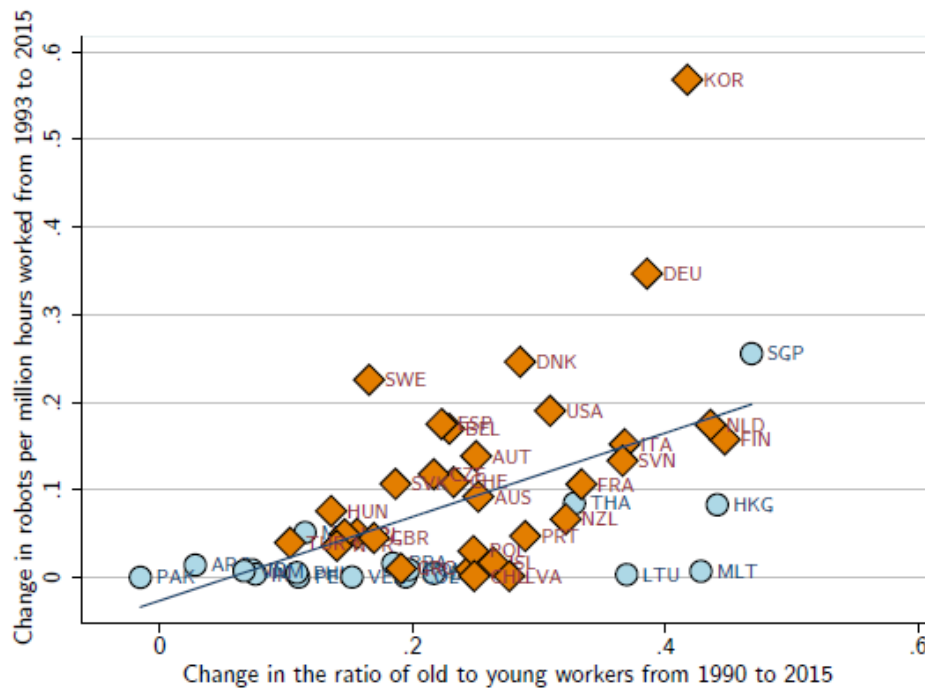
¿Por qué no hay una fuerte (marcada) relación negativa entre el envejecimiento y el PIB per cápita como fue predicho por una gran cantidad de teorías, incluida la reciente sobre el estancamiento secular?. Una posible respuesta es que la tecnología se ajusta para deshacer ese potencial efecto negativo. Acemoglu y Restrepo argumentan que dicha respuesta puede ser justificada en dos pasos. En primer lugar, los autores recurren al paper “Demographics and Robots: Theory and Evidence” ([Acemoglu y Restrepo, 2017](#)) para mostrar que los países que experimentan un envejecimiento más rápido son los que han estado a la vanguardia de la adopción de un importante tipo de tecnología de automatización: los robots industriales. ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

La relación entre el envejecimiento y la adopción de la tecnología de la robótica, es establecida en “Demographics and Robots: Theory and Evidence” ([Acemoglu y Restrepo, 2017](#)) usando datos obtenidos de la Federación Internacional de la Robótica (en inglés IFR), la cual otorga información sobre robots industriales en una amplia gama de industrias para 49 países. Acemoglu y Restrepo usan los mismos datos en la Figura 10 para

mostrar el patrón básico entre países, el cual revela una fuerte (marcada) correlación entre el cambio en el ratio de la población mayor a 50 años sobre las personas que tienen entre 20 y 49 años, y el cambio en el número de robots (por millón de horas laborales) entre el inicio de los 90's y el 2015. (Acemoglu and Restrepo, 2017)

“Demographics and Robots: Theory and Evidence” (Acemoglu y Restrepo, 2017) deja por escrito que este patrón entre países es sólido; se mantiene si se excluye a Corea (un claro valor atípico) y el patrón se mantiene dentro de los países de la OCDE. Crucialmente, como sería esperado de un modelo simple de cambio tecnológico dirigido, también se muestra que el patrón es más pronunciado en industrias que emplean trabajadores más jóvenes y en aquellas industrias en las que hay más oportunidades para la automatización.

Figura 3.10: Correlación entre el cambio en el ratio de los viejos sobre los jóvenes trabajadores entre 1990 y 2015, y el cambio en los robots por millón de horas trabajadas entre 1993 y 2014.



Fuente: Acemoglu y Restrepo, con datos obtenidos de la Federación Internacional de la Robótica.

3.3.5. ¿Puede la escasez de mano de obra llevar a un mayor PIB per cápita?

En esta sección, se emprende el segundo paso, teórico, en el argumento de los autores. Como fue mostrado en estudios anteriores de los mismos autores (Acemoglu (2010) y Acemoglu y Restrepo (2016)), se demostró que la escasez de mano de obra joven o de mediana edad puede desencadenar una adopción suficiente de robots (y otras tecnologías de automatización) para en realidad aumentar la producción agregada, a pesar de la reducción de la mano de obra. (Acemoglu and Restrepo, 2017) Para fines ilustrativos, se utiliza un modelo estático. Suponga que la tecnología de producción agregada viene dada por la siguiente función Cobb-Douglas sobre los servicios de una gama de tareas.

$$\ln Y = \int_0^1 \ln y(i) \cdot di$$

Cada tarea i puede ser producida con capital o mano de obra combinados con sus intermediarios especializados, $q(i)$. En particular, como en Acemoglu y Restrepo (2016), se asume que las tareas $i \leq \theta$ son automatizadas y pueden ser producidas usando capital o mano de obra, con la función de producción:

$$y(i) = q(i)^\eta (k(i) + l(i))^{1-\eta}$$

Las tareas $i > \theta$ pueden ser producidas únicamente utilizando mano de obra, y su función de producción es de la forma:

$$y(i) = q(i)^\eta l(i)^{1-\eta}$$

Donde $\eta \in (0, 1)$. Entremedio, los $q(i)$'s, pueden ser producidos al costo marginal de una unidad del bien final, y son suministrados por un monopolista, el cual cobra un margen de beneficio constante de $\chi \in (0, 1)$. El monopolista también elige $\theta \in [0, 1]$ en el costo $C(\theta)Y$, que es interpretado como una elección de tecnología para adaptar a los robots o cualquier otra técnica de automatización a las condiciones del país en cuestión. Se asume que ese C es dos veces diferenciable, estrictamente creciente (reflejando el hecho de que mientras más tareas se automaticen, más costo será para el monopolista), estrictamente conveza (con una segunda derivada positiva en todo el recorrido), y satisface la condición de Inada $\lim_{\theta \rightarrow 1} C'(\theta) = \infty$. ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

Se tiene como supuesto que el capital y mano de obra son suministrados inelásticamente, con suministros dados K y L respectivamente, y

$$K > L.$$

([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

Esto implica que el capital es abundante y barato en relación con la mano de obra, lo cual es plausible dado tasas de interés muy bajas en todo el mundo en este momento. Este supuesto asegura que la automatización de tareas será rentable y aumentará la producción

agregada. Al mapear el modelo a los datos, se piensa en L como la oferta de trabajadores más jóvenes y de mediana edad, de modo que el envejecimiento de la población corresponda a una reducción en L , un fenómeno al que también se refiere como a un aumento en la escasez de mano de obra. Siguiendo los mismos pasos que en Acemoglu y Restrepo (2016), la producción agregada de equilibrio se puede expresar como $Y = K^\theta L^{1-\theta}$. Entonces el problema de maximización de beneficio para el monopolista es:

$$\max_{\theta \in [0,1]} K^\theta L^{1-\theta} \Gamma(\theta)$$

Donde $\Gamma(\theta) = \eta\chi - C(\theta)$ es estrictamente decreciente, su segunda derivada es negativa en todo el recorrido y satisface $\lim_{\theta \rightarrow 1} \Gamma'(\theta) = 0$. La presencia del término $\eta\chi$ refleja los beneficios del monopolista obtenidos del margen en los intermedios. La maximización de beneficio del monopolista, combinado con la condición Inada en C , implica:

$$\ln K - \ln L + \Gamma'(\theta) = 0.$$

Diferenciando los rendimientos de esta relación, se tiene:

$$\frac{d\theta}{d \ln L} = \frac{1}{\Gamma''(\theta)} < 0,$$

desde que Γ tiene la segunda derivada negativa. Esto establece que la escasez de mano de obra -i.e, un bajo L - fomenta una mayor automatización. ¿Cuál es el efecto de la escasez de mano de obra en la producción agregada? Para responder a esta pregunta, es necesario diferenciar totalmente la expresión para $\ln Y$, teniendo en cuenta el efecto indirecto de

$\ln L$ que funciona a través de la automatización adicional:

$$\begin{aligned} \frac{d \ln Y}{d \ln L} &= 1 - \theta + \frac{\partial \ln Y}{\partial \theta} \frac{d\theta}{d \ln L} \\ &= 1 - \theta + \frac{\ln K - \ln L}{\Gamma''(\theta)} \\ &= 1 - \theta - \frac{\theta}{\varepsilon_{\Gamma}}, \end{aligned}$$

donde $\varepsilon_{\Gamma} = \frac{\Gamma''(\theta)\theta}{\Gamma'(\theta)} > 0$ es la elasticidad de la derivada de la función Γ . ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

En vista de la condición $K > L$, el segundo término es negativo. Así, una L inferior crea un efecto directo que es reducir el PIB debido a la reducción de la mano de obra, pero también un efecto positivo a través de la automatización adicional. Si el segundo término, que es negativo, es suficientemente grande, entonces la escasez de mano de obra causada por el envejecimiento de la población puede aumentar el PIB. ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

Este será el caso si la brecha entre K y L es suficientemente grande (de $\frac{\ln K - \ln L}{\Gamma''(\theta)}$), lo que hace que el capital sea mucho más barato que la mano de obra, o si la elasticidad ε_{Γ} es pequeña (de $1 - \theta - \frac{\theta}{\varepsilon_{\Gamma}}$). Por lo tanto, el envejecimiento de la fuerza laboral, el cual reduce la oferta disponible de trabajadores para realizar tareas productivas en la economía, no necesariamente reduce el PIB per cápita, y de hecho puede aumentarlo, una vez que se toma en cuenta la respuesta de la tecnología. ([Acemoglu and Restrepo, 2017](#))

4. Situación en otros países

Según un informe realizado por The Economist Intelligence Unit, denominado “Índice de preparación para la automatización ¿Quién está listo para la inminente ola de automatización?” existe un consenso entre los países que adoptarán o ya están adoptando la robotización en sus principales fuentes laborales de manufactura, que es necesario implementar políticas para mitigar los impactos negativos causados por la implementación de los robots a modo de reemplazo de seres humanos en sus puestos de trabajo. Es decir, se necesita de política y estrategias para ayudar a la fuerza laboral en la transición hacia una realidad laboral más automatizada. ([The Economist Intelligence Unit](#) , 2018)

Dicho informe compara la preparación de varios países para la era de la automatización inteligente, concluyendo que hoy en día existen pocas políticas implementadas que aborden específicamente los desafíos de la automatización basada en la robótica. Los países que destacan por sus iniciativas para contrarrestar el fenómeno de la robotización en términos de desempleo son Alemania, Corea del Sur y Singapur, los cuales tomaron medidas en distintas áreas como por ejemplo reformas educativas, aprendizaje permanente, formación profesional y flexibilidad laboral.

Otro punto que enfatiza el informe, es que para países con ingresos medios (o bajos), la adaptación a la robotización será más complicada que para otros, esto explicado principalmente por la falta de educación en competencias básicas, lo cual afectará principalmente a países del sur y sudeste de Asia, exceptuando a China (potencial mundial).

En otro ámbito, son pocos los países que han comenzado con políticas de educación para mitigar el impacto de la robotización. Específicamente se espera que la robotización impulse la importancia de la educación relacionada con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, aparte de las llamadas “habilidades blandas” (competencias interpersonales), que permitan a los trabajadores generar una ventaja competitiva por sobre los robots. Aunque algunos expertos aseguran que no se puede inclinar la balanza hacia las competencias interpersonales en países que aún les falta mucho en términos de educación básica. ([The Economist Intelligence Unit](#) , 2018)

Existen varias naciones que están buscando la manera de incentivar a los ciudadanos a estar constantemente actualizados en términos de habilidades específicas y capacitaciones. Es así como por ejemplo en Singapur, se están financiando “cuentas de aprendizaje individuales” con el fin de costear cursos de capacitación durante toda la vida de los adultos. Alemania también desea hacer algo similar con la diferencia de generar un “seguro de empleo” para financiar el perfeccionamiento profesional a lo largo de la vida de las personas.

Cabe destacar que según el informe, no hay ningún país que esté verdaderamente preparado para la era de la robotización, esto en términos de que no hay evidencia de que haya alguna formulación de políticas o diálogo entre las distintas partes interesadas (empresas, gobiernos, centros educacionales, fuerzas laborales, entre otros) lo cual es primordial para poder combatir el fenómeno de la robotización. Sin embargo, lo que desea reflejar

el informe es la comparación de los esfuerzos de las naciones para enfrentar los desafíos de la robotización a través de la examinación de los puntos de partida de sus reacciones políticas. Es decir, determinar los países mejor posicionados para asumir los desafíos que presenta la robotización en materia de políticas, centrándose en tres áreas: ([The Economist Intelligence Unit](#) , 2018)

- Políticas de innovación que apoyan directa o indirectamente la investigación sobre robótica, inteligencia artificial y otras tecnologías avanzadas y su adopción por parte de las empresas.
- Políticas educativas que apuntan a desarrollar el capital humano necesario para aprovechar las ventajas de la robotización.
- Políticas del mercado laboral necesarias para gestionar la transición de los trabajadores a una economía altamente robotizada.

4.1. Los países mejor preparados

Los países más desarrollados, y que presentan altos ingresos, son los que encabezan cada una de las categorías del índice antes mencionadas, lo cual conlleva a que sus políticas se consideran más adecuadas para los desafíos y oportunidades que presenta la robotización (automatización). Corea del Sur es la líder en la clasificación gracias a una puntuación sólida en las tres categorías. Luego le siguen Alemania, Singapur y Japón en ese mismo orden. ([The Economist Intelligence Unit](#) , 2018)

Japón se caracteriza por tener el mejor entorno de innovación en el mundo. Por su parte, Alemania y Singapur, junto con Corea del Sur ocupan el primer puesto en políticas

laborales. Cabe mencionar que Canadá ocupa el quinto puesto en la tabla, debido en gran parte a las iniciativas individuales de la provincia de Ontario, la cual está adaptando su sistema educativo y enfoques de enseñanza según las demandas planteadas por las tecnologías avanzadas (el gobierno se destaca por su proactividad en temas de estrategias para abordar los efectos de la robotización en la población activa). ([The Economist Intelligence Unit](#) , 2018)

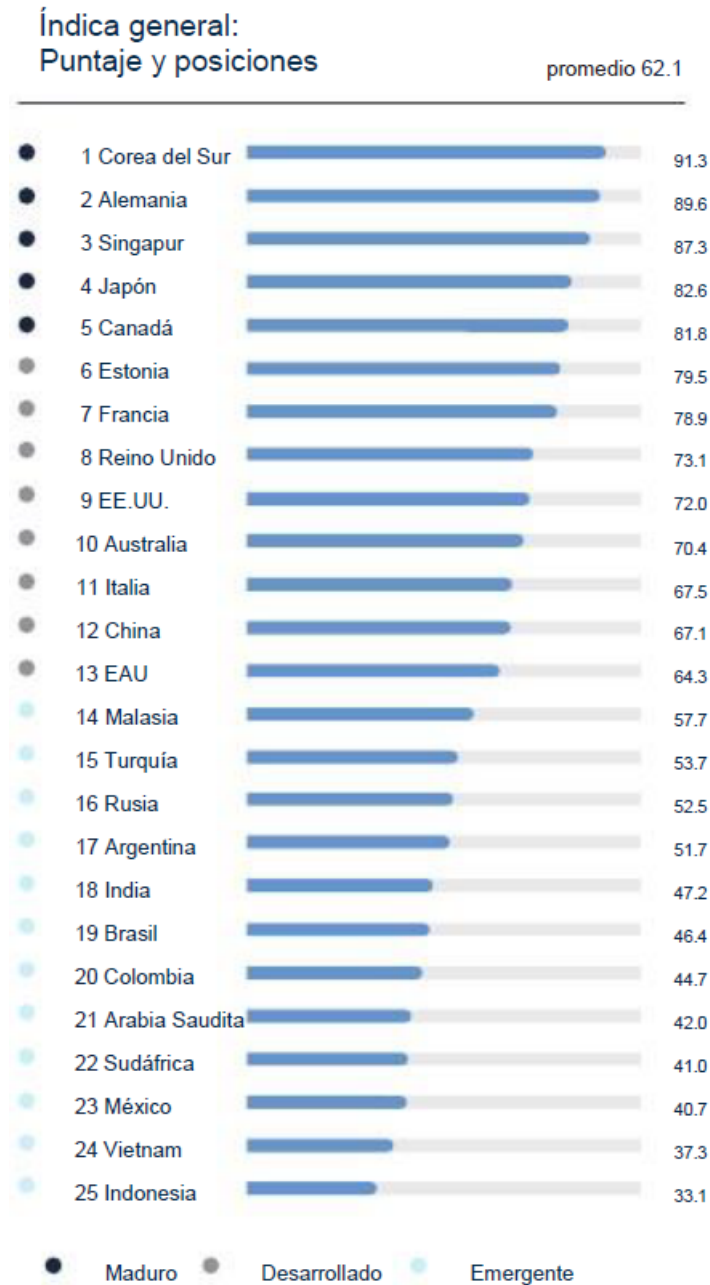


Figura 4.1: Primeras 25 posiciones de los países que están mejor preparados para enfrentar el fenómeno de la robótica en términos de políticas que favorezcan a la fuerza laboral

Fuente: The Economist Intelligence Unit

Ahora bien, en términos de políticas de innovación que apoyan directa o indirectamente la investigación sobre robótica, se tiene que los países que encabezan la lista en dicha categoría, los gobiernos destinan parte importante de sus ingresos a la investigación y desarrollo

de robótica e inteligencia artificial. En el caso de Japón, por ejemplo, el Consejo Estratégico de Tecnología de Investigación Artificial, el cual es un organismo gubernamental establecido en el año 2016, coordina el trabajo en IA de tres centros nacionales de investigación y desarrollo (I+D), así como el de varios ministerios. Caso análogo al de Corea del Sur, donde el Ministerio de Ciencia y Tecnología gastó cerca de USD 150 millones el año 2017 para financiar actividades de investigación y desarrollo de IA realizadas organizaciones del sector público y privado. Por su parte, el Gobierno Federal de Alemania, está haciendo grandes esfuerzos para contribuir en investigación e innovación en robótica, ya sea por medio de sus fondos u otras formas de apoyo directo a los proyectos de la industria. ([The Economist Intelligence Unit , 2018](#))

No se puede dejar de lado que el gobierno en vez de facilitar el progreso tecnológico, también puede sofocarlo. Por ejemplo, a través de los regímenes de visas restrictivos que impiden a las empresas locales contratar el mejor talento tecnológico disponible. Sin embargo, hay varios gobiernos que tienen programas que buscan incentivar a una migración de profesionales capacitados en disciplinas de ciencia, tecnología e innovación. Un ejemplo de esto ocurrió en Francia, donde se creó una Visa de Tecnología Francesa en enero de 2017, la cual está destinada a emprendedores y profesionales en tecnología. Por contraparte, en el Reino Unido carecen de programas específicos que buscan atraer profesionales tecnológicos. ([The Economist Intelligence Unit , 2018](#))

Otro factor que frena a los emprendedores en innovación es la excesiva burocracia que está involucrada en la fundación de una empresa. Generalmente se da en mercados que

tienen ingresos medios y bajos.

4.2. Políticas educativas

La educación debe ser el centro de la estrategia que los países planeen para enfrentar el fenómeno de la robotización a largo plazo. Hoy en día las tareas son cada vez más rutinarias, lo cual es fácilmente adaptable a tareas automatizadas, por ende los centros educacionales adoptarán un rol importante al enseñarles a los seres humanos competencias que ni el software ni las máquinas puedan replicar con facilidad. Sin embargo, no tienen que dejar de lado que deben brindarles a los estudiantes una base con ciertas aptitudes técnicas, sobre todo en términos computacionales, ya que será imprescindible su uso en el futuro. Debido a que todo va cambiando a través del tiempo y con una velocidad alta, es imperioso tener en cuenta que los avances tecnológicos irán evolucionando, como por ejemplo la robótica e IA, por ende las tareas de los humanos que trabajen con dichas tecnologías también evolucionarán, siendo necesaria la constante capacitación para no quedar atrás en términos de conocimientos que permitan utilizar la tecnología correctamente. ([The Economist Intelligence Unit , 2018](#))

En este aspecto Corea del Sur es el país que lidera la categoría, gracias a su enorme esfuerzo por reformar la formación y evaluación de los docentes y actualizar los planes de estudio, con un énfasis particular en la integración de competencias interpersonales en el trabajo en clases. También cabe destacar que las autoridades educativas de Nueva Gales del Sur, en Australia, son proactivas en fomentar la participación de los educadores en el estudio y experimentación con la IA durante el proceso de aprendizaje.

Estonia que ocupa la segunda posición en el índice antes mencionado, se caracteriza por la proactividad que tiene el gobierno en temas de educación, plasmándose en la alta participación que tiene el Ministerio de Educación en el diseño del plan de estudios según las necesidades futuras, en conjunto con las universidades y colegios.

Por su parte el gobierno de China, está haciendo un esfuerzo tremendo para replantear los planes de estudio escolares en los diferentes cursos (niveles) con un fuerte énfasis en la creatividad. Cabe destacar, que una vez que se define una política en China, ésta se implementa con bastante rapidez. ([The Economist Intelligence Unit](#) , 2018)

Todo lo mencionado anteriormente puede ser implementado en países que poseen un alto desarrollo y donde el sistema educacional casi no tiene falencias, pero en el caso de países que están en vías de desarrollo y poseen ingresos más bajos, los sistemas educacionales de estos quedan al debe en temas de funcionamiento y calidad de educación. Por ende, no es recomendable perder el foco en esos de países de ofrecer una educación de calidad que permita acortar las brechas de desigualdad, por sobre reformas educativas para combatir el fenómeno de la robotización.

4.3. Gestión de las transiciones laborales

En la actualidad, a pesar de que existía un gran temor por el alto nivel de desempleo que iba a generar el uso de la robotización e inteligencia artificial, la verdad es que la realidad es otra, ya que en varias empresas que han adoptado el uso de la robotización tienen problemas con la escasez de mano de obra. Es así como Day Chia-peng, Director General de tecnologías de automatización de la empresa Foxconn (fabricante de productos electrónicos en Taiwán), dice que: “La mayoría de nuestras líneas de producción emplean una combinación de estaciones automatizadas y operaciones manuales para los diversos pasos del proceso y esperamos que esto siga siendo así en el futuro inmediato. Necesitamos programadores de sistemas, ingenieros de automatización y técnicos de mantenimiento que trabajen en líneas de producción automatizadas para procurar una operación sin problemas”. ([The Economist Intelligence Unit](#) , 2018)

Sin embargo, se espera que en el largo plazo, la adopción de tecnologías de automatización tenga un profundo efecto en los mercados laborales. Aquellos trabajadores que no estén capacitados para la utilización de tecnología avanzada, una vez que sean reemplazados por los robots, van a quedar a la deriva y muy atrasados con respecto a otros trabajadores que sí tengan las capacitaciones y conocimientos necesarios. En ese contexto, se espera que el gobierno y la industria, junto a las instituciones educativas puedan asegurar que a dichos trabajadores se les brinde oportunidades de conseguir las aptitudes y conocimientos necesarios para operar con eficacia en el mercado laboral futuro, además de aprovechar las oportunidades que la robotización va a brindarles. Las políticas tienen que permitir a los empleados una mayor movilidad y flexibilidad, y así ayudar a los países

enfrentar el desafío mencionado anteriormente. Así como también tienen gran importancia los programas que el gobierno tiene que implementar en términos de capacitar a los empleados para así ayudarlos a conseguir las nuevas aptitudes que van a necesitar.

Los países donde tales políticas y programas están más cerca de estar en orden son los que más apoyan la innovación en IA y en robótica y que están empezando a abordar los desafíos educativos asociados. Alemania, Singapur y Corea del Sur comparten la primera posición en esta categoría de índice, seguidos de cerca por Japón. Un informe de 2017 publicado por PwC, una consultora, destaca el sistema dual de aprendizaje y formación profesional de Alemania (y también los de Suiza y Austria) como modelo de preparación de los jóvenes para la era de la automatización.

5. Revisión de literatura relacionada

Como fue visto en la introducción, hoy en día las personas tienen una esperanza de vida mayor que hace 20 o 30 años. Ha existido un cambio en la demografía, ya que al mismo tiempo que las personas están viviendo más años, existen menos nacimientos, producto de que las personas hacen sus planes de desarrollo profesional enfocados en formar una familia después de los 30 años, o bien, simplemente desean no tener hijos. Ante este escenario, se tiende a pensar que ante una fuerza de trabajo más avejentada, la productividad de las personas disminuye. Sin embargo, según el artículo del autor James Feyrer ([Feyrer, 2007](#)), cambios demográficos en la fuerza de trabajo tienen una fuerte y significativa correlación con el aumento del ratio de la productividad.

Bajo este contexto la demografía puede ayudar a explicar la diferencia de productividad entre países. Bajos niveles de productividad en países pobres pueden estar asociados con que la fuerza de trabajo es muy joven. Es decir, mientras más jóvenes conforman la fuerza laboral de un país, menor es la productividad en dicha nación. Además el autor se enfoca en que aproximadamente un cuarto de las diferencias entre los países de menor ingreso y los países pertenecientes a la OCDE están relacionados con las diferencias en la estructura demográfica.

Los movimientos de productividad entre países ricos y pobres también parecen estar relacionados con los cambios demográficos. Desde la década del 80 que los países ricos han tenido un envejecimiento en la fuerza de trabajo, mientras que los países pobres se han

visto relativamente estáticos demográficamente, durante el mismo periodo las naciones ricas y pobres han visto niveles de productividad divergentes entre sí. (Feyrer, 2007)

Cabe destacar que las variables como la educación, inversión y las tasas de crecimiento de la población son indudablemente importantes en la explicación de las diferencias económicas entre los países . Sin embargo, la endogeneidad de dichas variables hace muy difícil poder abordarlos en una explicación enfocada en la contabilidad de los rendimientos de la inversión en capital físico y humano. Por su parte, otros estudios enfatizan la importancia de la diferencia de productividades entre países y sugieren que solo la mitad de las diferencias de ingresos entre países pueden ser explicado por diferencias en la acumulación de capital físico y humano. (Feyrer, 2007)

Según la publicación “El Efecto Del Envejecimiento De La Población En El Crecimiento Económico, La Fuerza Laboral y La Productividad” (Maestas et al., 2016) en Estados Unidos la fracción de la población que tenga 60 años o más crecerá un 21 % entre el 2010 y 2020, y un 39 % entre 2010 y 2050. Este fuerte cambio en la estructura demográfica estadounidense tiene el potencial de impactar negativamente el desempeño de dicha economía, y podría resultar en una disminución del consumo para la población en general.

Si bien los cambios demográficos son relativamente fáciles de pronosticar dada su naturaleza predeterminada, los ajustes económicos resultantes de dichos cambios no son igualmente deterministas. Por ende, es necesario hacer suposiciones sobre los ajustes económicos que pueden amortiguar o amplificar los efectos de los cambios demográficos pre-

determinados para pronosticar el camino del crecimiento económico. De la misma manera, existe la misma dificultad para medir la cantidad apropiada de intervención política para contrarrestar los efectos económicos y fiscales del envejecimiento de la población.

Según estimaciones realizadas en la publicación mencionada anteriormente, el 10 % de crecimiento en la fracción de población estadounidense de 60 años o más, disminuye el crecimiento del PIB per cápita en un 5,5 %. Descomponiendo el PIB per cápita en sus partes constituyentes (el PIB por trabajador y la relación empleo / población) se encontró que dos tercios de la reducción en crecimiento del PIB se deben a una baja en la tasa de crecimiento de PIB por trabajador o productividad laboral, mientras que el tercio restante se debe a la desaceleración del crecimiento de la fuerza laboral. ([Maestas et al., 2016](#))

Dicho hallazgo contradice las predicciones de que el envejecimiento de la población afectará el crecimiento económico principalmente a través de su impacto en la participación laboral, con un poco efecto en la productividad media (promedio).

Otro de los hallazgos encontrados en la publicación, es que la disminución en el crecimiento de la productividad no sólo refleja cambios en la composición de edad del grupo de trabajadores. La evidencia de que el envejecimiento de la población desacelera el crecimiento de las ganancias en toda la distribución de edad sugiere que conduce a la disminución de la productividad promedio de los trabajadores en todos los grupos de edad, incluidos los trabajadores más jóvenes y que el envejecimiento de la población no afecta la tasa de empleo de los trabajadores más jóvenes([Maestas et al., 2016](#))

El artículo publicado por Maestas y compañía ([Maestas et al., 2016](#)), aporta una evidencia esencial a la literatura sobre los efectos macroeconómicos de los cambios en las estructuras de edad de la población. Dicha evidencia está relacionada con estudios que realizó Feyrer y que fueron mencionados anteriormente, durante los años 2007 y 2008, quién estimó el efecto realizado de los cambios en la distribución por edad de los trabajadores sobre los cambios en el factor total de productividad utilizando un panel de países de la OCDE y de bajos ingresos entre 1960 y 1990. Feyrer concluyó que la relación entre la edad del trabajador y el factor total de la productividad tiene forma de U inversa, es decir, el crecimiento de la productividad aumenta con la proporción de trabajadores de 40 a 49 años y disminuye a medida que aumenta la proporción de trabajadores de mayor edad.

Es destacable mencionar que el enfoque empírico del artículo en cuestión produce una elasticidad del crecimiento económico con respecto al envejecimiento de la población que incorpora la respuesta económica a los cambios demográficos, y que por lo tanto puede ser útil para predecir impactos futuros en el crecimiento económico a medida que el envejecimiento de la población continúa desarrollándose. Además, al examinar las unidades económicas dentro del mismo país (en este caso Estados Unidos) permite mantener constantes los efectos de sistemas nacionales de pensiones, instituciones del mercado laboral y normas culturales de jubilación que pueden interactuar con el envejecimiento de la población en estudios entre países. ([Maestas et al., 2016](#))

La revisión de la literatura que se ha llevado hasta ahora consta de análisis basados en estudios realizados por los autores de los artículos mencionados anteriormente, siendo un análisis más cualitativo que cuantitativo. Dicho esto, se introduce el artículo “Perspectivas sobre el ascenso y la caída del crecimiento estadounidense” ([Gordon, 2016](#)) publicado por Robert Gordon, donde se detalla un análisis más cuantitativo en relación a los pronósticos del crecimiento de la productividad y el nivel de vida desde el 2015 al 2040, donde concluye que el ritmo del futuro crecimiento del factor total de la productividad será sustancialmente más lento que el logrado en el siglo pasado especialmente de 1870 a 1970

El punto de partida para el pronóstico de productividad es que se comience dividiendo el intervalo desde 1970 hasta 2015 en tres subperíodos: 1970–1994, 1994–2004 y 2004–2015. El artículo sostiene que el durante subintervalo 1994– 2004, cuando la producción por hora creció un 2,26 % por año, fue atípico y es poco probable que se repita. En dicha década surgió un cambio gradual ascendente en la productividad asociada a la revolución digital que reemplazó el papel y los archivadores, con Internet, catálogos electrónicos y pantallas planas. ([Gordon, 2016](#))

Si esa década no es relevante para formar una base para el probable crecimiento de la productividad, entonces el punto de partida cambia a la tasa promedio de crecimiento lograda desde 1970 hasta 1994 y desde 2004 a 2015, una tasa equivalente a 1,38 % por año. Cuando se resta 0,18 puntos porcentuales para reflejar el avance lento del logro educativo, se llega a la tasa de crecimiento de productividad proyectada para el 2015–2040 equivalente a un 1,20 %. Esto se compara con una tasa del 2,26 % anual alcanzada desde 1920 hasta

2014. ([Gordon, 2016](#))

Para traducir el crecimiento proyectado en la producción por hora en crecimiento proyectado en la producción por persona, un pronóstico de $-0,4\%$ anual se hace para la evolución futura de horas por persona, debido principalmente a la jubilación de la generación Baby Boomers (nacidos entre 1945 y 1964). Esto resulta en un pronóstico de producción por persona para 2015–2040 de $0,80\%$ anual en comparación con la tasa histórica de $2,11\%$ por año. Una siguiente resta de 0,40 puntos porcentuales por año está hecha para reflejar la continuación anticipada de la creciente desigualdad aproximadamente a la misma tasa experimentada de 1975 a 2014. Una resta adicional de 0,1 puntos porcentuales se hace para los recortes anticipados en los beneficios sociales o aumentos en los impuestos del seguro social necesarios para contrarrestar el continuo desplazamiento ascendente en el ratio entre la deuda federal y el PIB que resultará del envejecimiento de la población. El pronóstico resultante para el crecimiento del ingreso promedio disponible por persona equivalente a $0,3\%$ por año contrasta con la tasa de $1,69\%$ por año realmente lograda en el periodo comprendido entre 1920 y 2014. ([Gordon, 2016](#))

La conclusión establecida por Gordon es que el crecimiento del factor total de productividad tendrá un ritmo totalmente menor al del siglo pasado. Con dicha conclusión, es posible introducir el término de estancamiento secular, el cual es posible definir como un estado de realentización del crecimiento económico de un país, y la disminución del PIB per cápita debido a la insuficiencia de la demanda global. ([Baldwin and Teulings, 2014](#))

Cabe destacar que el estancamiento secular implica que la crisis económica se establece como norma a largo plazo, es decir, un hecho permanente y no como un hecho temporal, o bien, un hecho de rápida solución ([Baldwin and Teulings, 2014](#))

Para dar más contexto al estancamiento secular, se tiene lo siguiente:

El 2015 se reinició el debate de la hipótesis del estancamiento secular originalmente planteada por Alvin Hansen en 1938 para explicar la débil recuperación posterior a la crisis de los treinta. La reaparición de esa hipótesis en los círculos académicos y mediáticos por la intervención de Lawrence Summers en una conferencia académica del FMI a fines del 2014. ([Baldwin and Teulings, 2014](#))

Aunque las intervenciones de política monetaria resultaron exitosas en la estabilización de la crisis financiera generada por el colapso de la burbuja hipotecaria en 2007, cinco años después de culminada dicha crisis el nivel de actividad económica permanece muy por debajo de su potencial, de aquí surge la difusión de la hipótesis de estancamiento secular. ([Baldwin and Teulings, 2014](#))

Al repasar la experiencia de las economías estadounidense, europea y japonesa en los últimos 15 años, es posible inferir que en tal período se erigió un obstáculo estructural que impidió alcanzar simultáneamente una tasa de crecimiento compatible con el pleno empleo y una situación de estabilidad en el sistema financiero. ([Baldwin and Teulings, 2014](#))

En otras palabras, una nueva configuración estructural de las economías industriales condujo a la necesidad de generar burbujas especulativas e inestabilidad financiera como condición para que la economía creciera a tasas compatibles con el pleno empleo. (Baldwin and Teulings, 2014)

La causa del estancamiento secular residiría en que existe una insuficiencia crónica de demanda basada en un desequilibrio, también crónico, entre la tendencia que tiene la gente en ahorrar y el deseo de que dichos ahorros se traduzcan en inversión. Este desbalance se encontraría ocasionado por algunas modificaciones perdurables ocurridas en la economía mundial en los últimos 30 años, que han tendido a elevar el ahorro y a reducir la inversión: (Baldwin and Teulings, 2014)

1. La desaceleración del crecimiento demográfico y, con él, de la fuerza de trabajo que implica una caída de la acumulación de capital requerida
2. Cambios estructurales han reducido la demanda de inversión financiada con deuda. Para la mayor parte de las firmas líderes en materia tecnológica, resulta un problema hallar una oportunidad rentable para aplicar su elevada liquidez
3. Desde 1980 ha existido una importante caída del precio relativo de los bienes de capital
4. La concentración de la riqueza y el ingreso provocaron una mayor propensión marginal agregada a ahorrar

La combinación de estos efectos sobre el ahorro y la inversión tienden a producir un exceso de ahorro que, a su vez, provoca una caída de la tasa de interés natural hasta un nivel negativo. Sin embargo, la tasa de interés real que efectivamente rige en el mercado no puede alcanzar dicho nivel negativo. Así, el desajuste entre ahorro e inversión no puede ser eliminado por los mecanismos automáticos del mercado, produciéndose una insuficiencia crónica de demanda. ([Baldwin and Teulings, 2014](#))

Para efectos de este trabajo, se consideró necesario mostrar las causas del estancamiento secular y definir qué es a modo de contexto, para poder finalizar con la revisión de la literatura relacionada con el artículo base, agregando que una de las acciones adoptadas por los países que presentan este fenómeno es estar a la vanguardia en términos de la utilización de avances tecnológicos en sus principales procesos productivos, para así aumentar la productividad y aportar en el crecimiento económico del país, sin dejar de lado que dichos avances tecnológicos, no alcanzan los cambios producidos por la tecnología en siglos pasados.

6. Propuestas

6.1. Reforma Educacional

Según lo abordado en la sección dedicada exclusivamente a la revisión del artículo base de esta memoria, los países que evidencian un mayor envejecimiento de la población al mismo tiempo están a la vanguardia con la adopción de robots para la automatización de sus principales procesos industriales. Es decir, contrarrestan el efecto negativo de la edad en la economía de un país (a mayor edad, más personas están en periodos de jubilación, por ende menor es la fuerza de trabajo, y menor es el PIB para una economía) con la adopción de potentes tecnologías que ayudan a mejorar y/o eliminar procesos que destruyen valor en la producción, aumentando así la capacidad productiva y generando mayores beneficios a la organización que adopta dicha tecnología, lo que conlleva que crezca la economía del país (todo bajo el contexto *ceteris paribus*). Al mismo tiempo, la esperanza de vida a nivel mundial ha alcanzado los 76 años para hombres nacidos en países desarrollados y 60 años para un hombre nacido en un país con escasos recursos. Para el caso de las mujeres, todas aquellas féminas nacidas en países desarrollados viven en promedio 82 años, mientras que las nacidas en países pobres, viven 63 años promedio. En el caso de Chile, en el año 2030, los hombres vivirán 80,7 años promedio y las mujeres tendrán una esperanza de vida equivalente a 86,8 años ([Emol , 2017](#)). Esto implica que la población está envejeciendo y como fue expuesto en el artículo base, los países que presentan un mayor envejecimiento de la población, adoptan robots para contrarrestar el efecto negativo de la edad en el PIB. Dicho esto, ante una rápida adopción de robots para automatizar procesos, implicará el despido de muchos trabajadores que serán reemplazados por dichos robots. Entonces, la

pregunta es: ¿Qué medidas tomar para estar preparados ante ese fenómeno de desempleo generado por la presencia de los robots?

Antes de proponer algún tipo de solución, es necesario analizar qué es lo que han hecho otros países para combatir el fenómeno de la robotización en el empleo, lo cual se muestra a continuación:

Según el informe “Índice de preparación para la automatización ¿Quién está listo para la inminente ola de automatización” ([The Economist Intelligence Unit , 2018](#)) realizado por The Economic Intelligence Unit, hoy en día no existe ninguna medida concreta utilizada para contrarrestar el impacto generado por el fenómeno de la robotización en términos del desempleo. Sin embargo, dicho informe compara los esfuerzos que los países más desarrollados realizan para enfrentar los desafíos de la robotización a través de la evaluación de las referencias iniciales de sus reacciones políticas. El informe se centra en tres áreas de políticas, las cuales son:

- Políticas de innovación que apoyan directa o indirectamente la investigación sobre robótica, inteligencia artificial y otras tecnologías avanzadas, y su adopción por parte de las empresas
- Políticas educativas que apuntan a desarrollar el capital humano necesario para aprovechar las ventajas de la robotización
- Políticas del mercado laboral necesarias para gestionar la transición de los trabajadores a una economía altamente robotizada

Cabe mencionar que las propuestas tendrán características de políticas públicas, entendiéndose éstas como: “Un instrumento de trabajo mediante el cual se pretende alcanzar desde el Estado, en forma sistemática y coherente, ciertos objetivos de interés para el bienestar de toda la sociedad civil” (Podestá Arzubiaga, 2001)

6.2. Propuesta 1

Tomando como parámetro un estudio realizado por la consultora McKinsey el año 2017, el cual prevé que entre 20 y 40 años más, el 50 % de los trabajadores chilenos será reemplazado por máquinas (Juan Guzmán , 2017), una cifra aterradora desde el punto de vista del desempleo, ya que implicaría que la mitad de la fuerza laboral quedaría desempleada en operaciones rutinarias, se debe tener la capacidad de enfrentar dicho fenómeno y preparar a la sociedad chilena, para que tenga las herramientas necesarias para desarrollarse en ámbitos que estén fuera del alcance de robots y automatizaciones en sí. Dicho esto y mirando hacia atrás en el tiempo, recordando a los destacados poetas nacionales Gabriela Mistral y Pablo Neruda, quienes fueron galardonados con el Premio Nobel de Literatura en los años 1945 y 1971, es que nace la propuesta de fomentar y contribuir al desarrollo de habilidades literarias o artísticas de los individuos desde la educación básica, con el fin de guiarlos hacia carreras relacionadas con artes y literatura, generándose una ventaja competitiva sobre los robots, ya que son carreras que trabajan y enseñan habilidades que no las puede imitar un robot, pues involucran talento, emociones, sensaciones, entre otros atributos propios de un ser humano.

Para esto es esencial la participación del Estado, más bien del Ministerio de Educación junto con el Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, para que exista una reforma en los colegios públicos y subvencionados, así como también en los espacios culturales dentro de cada provincia (comuna), con el fin de crear talleres literarios, artísticos, compartir experiencias con grandes expositores, aprender técnicas de redacción, poesía, entre otros. Se propone la implementación de un programa que desarrolle talleres literarios y artísticos en todos los establecimientos de educación públicos y subvencionados. Se hace la diferencia con los colegios particulares debido a que al ser una política financiada por el Estado, se prioriza a aquellos individuos que no tienen la capacidad monetaria para costear talleres literarios o artísticos de manera independiente, ya que existe una variada oferta de talleres pero la mayoría son pagados. Para dicha implementación se toma como ejemplo el Plan Nacional de Fortalecimiento de la Educación Artística, promulgado por el Ministerio de Educación, el cual está orientado a potenciar las artes como vehículo de conocimiento y de formación de diversas competencias como la creatividad, el pensamiento crítico, pensamiento estético, entre otros. Dicho plan corresponde a un modelo pedagógico y se produce en todos los niveles de educación básica hasta segundo medio en los colegios.

La propuesta mencionada anteriormente está enfocada en desarrollar habilidades artísticas y literarias, así como también guiar a los alumnos desde una temprana edad para que en un futuro opten por estudiar una carrera relacionada con las artes o literatura, y en su vida laboral realicen actividades remuneradas que no sean imitables por un robot y pongan en práctica habilidades innatas como la creación, sentido de la estética, entre otros.

Para el desarrollo de los talleres literarios y artísticos se gestiona la contratación de organizaciones o personas naturales que diseñan, implementan y hacen seguimiento a dichos talleres a lo largo de todos los establecimientos educacionales públicos y subvencionados de Chile. Cabe destacar que estos talleres son de carácter voluntario, pero una vez inscritos en el taller, se le exigirá un determinado porcentaje de asistencia.

La metodología utilizada en estos talleres es activa y participativa, esto quiere decir que cuenta con la estrecha relación y cooperación entre los artistas / poetas educadores y los docentes de cada establecimiento, quienes en su conjunto buscan favorecer un aprendizaje creativo, trabajo colaborativo y la reflexión. Los talleres se ejecutarán al interior de cada establecimiento aprovechando el inmueble ya creado y la accesibilidad de los alumnos hacia los talleres. Además se contará con una retroalimentación para los alumnos al final de cada sesión. La idea es abarcar la mayor cantidad de alumnos posibles, independiente del curso en el que estén, ya que las organizaciones o personas naturales que estén a cargo de la implementación de los talleres, tienen planes de implementación acorde a las edades y cursos de los alumnos. Los talleres son para todos los alumnos que estén en la educación escolar desde primero básico hasta cuarto medio.

El objetivo a seguir de esta propuesta, radica en que los alumnos después de la educación escolar opten por estudiar carreras relacionadas con arte o literatura. Para eso es clave estimular desde una temprana edad a los individuos, invitándolos a participar de los talleres, escuchar y aprender de las experiencias de artistas, poetas o escritores, tener

clases dinámicas, participativas, etc. La idea es que aquellos alumnos que comienzan desde una temprana edad continúen asistiendo a los talleres hasta la educación media, teniendo los conocimientos y herramientas necesarias para afrontar un estudio universitario, donde los conceptos y la materia en sí son mas profundos, tienen otro enfoque y buscan la perfección.

6.2.1. Parámetros de Evaluación

Una parte muy importante de la política pública propuesta es la evaluación del impacto que ésta va a tener en la sociedad. Una evaluación de impacto mide los cambios en el bienestar de los individuos que se pueden atribuir a un proyecto, programa o una política en específico ([Gertler et al., 2017](#)). Dicho esto, la evaluación de impacto de esta propuesta constará con lo siguiente:

1. Para medir el impacto de la realización de los talleres en la mejora de las habilidades, aptitudes y destrezas literarias o artísticas, se realizará una prueba de diagnóstico a cada alumno antes de comenzar con el desarrollo de los talleres. Dicha prueba de diagnóstico constará de preguntas (o actividades) separadas por habilidad (atributo) como por ejemplo dibujo, pintura, expresión de emociones, redacción, comprensión de lectura, entre otras. Una vez realizada la prueba de diagnóstico un evaluador calificado, pondrá nota a cada atributo (habilidad), en escala de 1 a 7, según el desempeño de cada alumno, así como también del mínimo rendimiento esperado en cada atributo, con el fin de generar una categorización para cada atributo en base a los resultados. Dicha categorización es la siguiente:

- Satisfactorio
- Mínimamente Satisfactorio
- Insatisfactorio

Donde el nivel Satisfactorio corresponde a una nota mayor o igual a 5, mientras que el nivel Mínimamente Satisfactorio hace referencia a un desempeño evaluado con notas mayores o iguales a 3,5 y menores que 5. Por último el nivel Insatisfactorio contempla todos aquellos rendimientos que fueron evaluados con nota menor que 3,5.

Luego, se saca un promedio general, ya que la ponderación es igual para cada atributo en el diagnóstico. Se registran en una base de datos todos los nombres de los alumnos que realizaron la prueba de diagnóstico con sus respectivos notas por atributo, promedios finales y la categoría en la cual calificó.

En la última sesión del taller, los alumnos deberán realizar una prueba final, con dificultad similar a la prueba de diagnóstico. Se sigue con la misma lógica de evaluación mencionada anteriormente, es decir, se categorizará el rendimiento de cada alumno según el atributo correspondiente, para después calcular el promedio general de dichas calificaciones, obteniendo la nota final post taller. Se comparan los resultados cuantitativos obtenidos en el diagnóstico y en el post taller, haciendo hincapié en el comportamiento de cada alumno según la categorización pre y post taller de cada

atributo, donde se espera que exista una evolución del rendimiento de aquellos alumnos que presentaban un nivel Insatisfactorio, quedando en los niveles superiores, del mismo modo que aquellos alumnos que al principio estaban en el nivel Mínimamente Satisfactorio. Con esto es posible medir la eficacia de la realización de los talleres y el impacto generado de dichos talleres en el rendimiento de cada alumno.

Para que dicho impacto sea atribuible sólo a la realización de los talleres, se sugiere comprobar dicha situación con pruebas estadísticas, como por ejemplo la prueba *t student*, para rechazar la hipótesis nula: “La realización de talleres literarios o artísticos no tiene impacto en el rendimiento de los alumnos en atributos relacionados con arte o literatura”. Se sugiere tomar como ejemplo para dicha prueba estadística una investigación realizada en la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote el año 2015 ([Roncales Armas, 2018](#)), donde comprobaron que la aplicación de talleres literarios con enfoque comunicativo textual, mejora la comprensión de lectura de los estudiantes de dicha univeridad.

2. Al inicio del taller se realizará una breve encuesta relacionada con la motivación del alumno respecto a la realización del taller, indicando principalmente la razón por la cual el alumno se inscribió en el taller, cuántas ganas de aprender tiene, ¿interés sobre estudiar una carrera relacionada con las artes o literatura (para alumnos de enseñanza media), etc. Dichas encuestas se registrarán en la base de datos del alumno.

En la última sesión del taller, se realizará una breve encuesta a cada alumno, enfocada en obtener información sobre una posible continuidad de dicho alumno en los talleres de niveles más avanzados (según edad), o bien, para el caso de los alumnos que estén en cuarto medio, recopilar información sobre las carreras que deseen estudiar. Una vez recopilada la información, se comparan los resultados obtenidos en cada encuesta, teniendo principal foco aquellos alumnos que no mostraban interés o motivación en los talleres, viendo el resultado de la encuesta final. Con dichas encuestas, se podrá medir el impacto en la decisión de los alumnos sobre seguir ligado a talleres artísticos o literarios para aquellos alumnos que cursen hasta tercero medio, mientras que para aquellos que estén en cuarto medio, se podrá medir el impacto sobre la decisión de la carrera a estudiar en la universidad antes y después de la realización del taller

6.2.2. Costos

Para el cálculo del costo total de la propuesta se consideró lo siguiente:

- El valor por sesión de los talleres literarios corresponde a \$ 19.681 (valor promedio de los talleres literarios existentes en Santiago)

- El valor por sesión de los talleres artísticos corresponde a \$ 15.333 (valor promedio de los talleres artísticos existentes en Santiago)
- Para los talleres artísticos, por cada alumno se suma el costo del set materiales que asciende a \$ 25.000. Además cada set tiene una duración estimada de 2 sesiones, por ende por cada alumno se consideran 15 sets de materiales
- La cantidad de alumnos por sesión varía entre 20 y 30 (este dato se obtuvo en el Plan Nacional De Fortalecimiento De La Educación Artística impulsado por el Mineduc). Estos números corresponden al rango promedio a nivel nacional de la cantidad de alumnos presentes al interior de una sala de clases. Es decir, a nivel nacional en promedio hay entre 20 y 30 alumnos por sala de clases
- Por cada establecimiento educacional existen 5 niveles, separados por edad según corresponda
- Cada taller contempla 60 horas de desarrollo (este dato se obtuvo en el Plan Nacional De Fortalecimiento De La Educación Artística impulsado por el Mineduc) dividido en 30 sesiones de 2 horas cada una
- Los talleres se llevarán a cabo durante 15 semanas, ya que existirán 2 sesiones por semana
- Se realizará 1 taller de cada tipo (literario y artístico) en cada establecimiento educacional por año
- En Chile hay 5.514 establecimientos educacionales municipales reconocidos por el

Mineduc y 5.965 establecimientos educacionales subvencionados reconocidos por el Mineduc

Con las consideraciones mencionadas anteriormente se obtuvo un costo total promedio final equivalente a USD 2.921.849.628 lo que corresponde aproximadamente al 4 % del Presupuesto Nacional otorgado el 2019. Este cálculo se obtiene a partir de:

- Se multiplica la cantidad de alumnos promedio en cada sesión (25 alumnos) por la cantidad de niveles en cada establecimiento educacional (5 niveles por establecimiento) por la cantidad de establecimientos educacionales total (5.514 establecimientos municipales + 5.965 establecimientos subvencionados), obteniendo como resultado 1.434.875 alumnos
- Luego, se calcula el costo del total de sesiones por alumno tanto de talleres literarios como artísticos, multiplicando la suma del valor de cada sesión (\$19.681 (literario) + \$ 27.833 (artístico incluido el set de materiales)) por la cantidad de sesiones (30), obteniendo como valor final \$ 1.425.417
- Finalmente se multiplica la cantidad de potenciales alumnos (1.434.875) por el costo total por alumno (\$ 1.425.417) obteniéndose \$2.045.294.739.583 equivalentes a USD 2.921.849.628

6.3. Propuesta 2

Según lo visto en el marco teórico, aquellos países que han incrementado su esperanza de vida, han estado a la vanguardia en la tecnología, incorporando a los robots y automatizando sus principales procesos productivos. En Chile, se prevé que el 50 % de los trabajadores será reemplazado por máquinas entre 20 y 40 años más ([Juan Guzmán , 2017](#)). Una implicancia de este posible suceso, es el desempleo generado por dicho reemplazo. Sin embargo, también va a ser necesaria la existencia de puestos de trabajo que controlen a dichos robots, o bien, que en caso de fallas o desperfectos técnicos, existan trabajadores capaces de solucionar el problema lo más rápido posible y se hagan cargo de tales situaciones. Para ello, la experiencia, sabiduría y buena preparación en temas de robótica y mecatrónica va a ser fundamental. Además según estudios realizados por la OCDE, la mecatrónica está dentro de las 9 carreras profesionales que tendrá mayor oportunidades de empleo y salario en el futuro. ([TopScore , sf](#))

Para que aquello ocurra es indispensable la presencia de una educación formativa, ya sea profesional o técnica, de calidad. Cabe destacar que hoy en día existen sólo tres carreras impartidas en Chile afines al tema en discusión. Estas son:

- Ingeniería en automatización y robótica - Universidad Andrés Bello - 4 años de duración
- Técnico Universitario en robótica y mecatrónica - Universidad Técnica Federico Santa María - 2,5 años de duración
- Ingeniería Civil Mecatrónica - Universidad de Talca - 5,5 años de duración

Ante un pronóstico creciente en cuanto a la demanda de carreras universitarias relacionadas con robótica, hoy en día la oferta es muy baja en Chile. Dicho esto, se propone la creación de la política pública que implemente la carrera profesional de robótica y mecatrónica en todos aquellos establecimientos universitarios estatales (17 universidades estatales), con el fin de brindar todas las herramientas y conocimientos necesarios en la formación y preparación a los estudiantes de pre grado para que en el futuro estén capacitados para desarrollarse en puestos de trabajo relacionados con la manipulación, reparación y programación de robots. La carrera tendrá un plan de formación de ciencias básicas común con otras ingenierías civiles, con el fin de brindar una educación versátil y compatible con otras carreras, otorgando un grado de flexibilidad a los estudiantes al momento de elegir qué carrera estudiar.

Esta propuesta está enfocada en aumentar la oferta con respecto a la futura demanda pronosticada con carreras que promuevan la formación de futuros ingenieros mecatrónicos. Su implementación estará a cargo del Ministerio de Educación y se tomará como base las mallas curriculares de las carreras universitarias relacionadas con robótica y mecatrónica existentes en otros países. Es de suma importancia la coordinación entre el Ministerio de Educación y los rectores de las Universidades Estatales, para que en conjunto sean capaces de abordar el tema en cuestión y tengan la habilidad de encontrar una rápida implementación de las carreras antes mencionadas, con el fin de brindarle a los estudiantes una educación de calidad y otorgarles todas las herramientas necesarias que contribuyan a su futuro desarrollo profesional o técnico.

6.3.1. Parámetros de Evaluación

Al igual que en la primera propuesta, se medirá el impacto generado por la creación de la política pública en cuestión. Para ello, se medirá el impacto en el interés de matricularse en las nuevas carreras por parte de los alumnos.

6.3.2. Ingreso a la carrera

En primer lugar, es indispensable medir el impacto de la creación de nuevas carreras universitarias en el interés por parte de los individuos de estudiar dichas carreras, con el fin de determinar cuánto incidió la creación de la política pública en la decisión final del alumno de qué carrera estudiar.

Para eso se realizará un seguimiento a todos los alumnos desde primero a cuarto medio, a través de encuestas (preferentemente online) que permitan determinar el grado de interés de los alumnos en estudiar carreras relacionadas con robótica o mecatrónica, haciéndoles notar la escasa oferta actual de dichas carreras a nivel país, dichas encuestas quedarán registradas en una base de datos, que será de utilidad hasta el fin del seguimiento.

Para determinar el grado de interés por parte de los alumnos, se realizarán preguntas cualitativas, donde un grupo encargado de analizar dichas respuestas, tendrá la tarea de evaluar en un ranking de 1 a 10 el grado de interés de cada alumno, asignando una ponderación a cada pregunta según la relevancia de ésta en el puntaje final.

Una vez realizado el ranking de cada alumno, se separará la muestra en 3 grupos los

cuales se mencionan a continuación:

1. Interesados
2. Medianamente Interesados
3. No Interesados

Donde el primer grupo lo integran los alumnos que tengan un ranking mayor o igual a 7, el segundo grupo para aquellos que posean un ranking mayor o igual a 4 y menor a 7 y los últimos para aquellos que su ranking sea menor a 4

Una vez establecido el ranking para cada alumno y diseñados los grupos mencionados anteriormente, se procede a medir el impacto generado en los alumnos, la creación de nuevas carreras universitarias, relacionadas con robótica y mecatrónica. Para ello es de gran utilidad promover activamente publicidad en torno a la creación de dichas carreras, brindando la información necesaria en cuánto a la duración, universidades que la imparten, acreditación, entre otros.

Para la medición del impacto, se vuelve a realizar una encuesta a todos los alumnos que cursen enseñanza media, pero esta vez brindando información preliminar de la creación de carreras relacionadas con robótica y mecatrónica, asegurando que los alumnos reciban información pertinente sobre el tema en cuestión. Dicho esto, la encuesta constará de preguntas cualitativas que permitan medir la influencia del aumento de oferta de carreras, en el interés de los alumnos en entrar a estudiar dichas carreras.

Nuevamente un grupo encargado de analizar dichas respuestas, tendrá la tarea de evaluar en un ranking de 1 a 10 el grado de interés de cada alumno, asignando una ponderación a cada pregunta según la relevancia de ésta en el puntaje final.

Una vez obtenido el ranking se procederá nuevamente a dividir a los alumnos según los grupos mencionados anteriormente, con el objetivo de comparar cuantitativamente las diferencias entre dichos grupos y los grupos de la primera encuesta, ya que gracias al registro en la base de datos, será posible comparar los resultados de ambas encuestas. La idea es poder identificar los cambios en los grupos de medianamente interesados y no interesados gracias a la creación de nuevas carreras, teniendo la posibilidad de mostrar un porcentaje de alumnos que pasaron de no estar interesados a estar interesados, o bien, de estar medianamente interesados a estar interesados con el sólo hecho de brindarles información sobre las nuevas carreras.

Finalmente, se hará un seguimiento a los alumnos previo al proceso de admisión para las nuevas carreras relacionadas con robótica y mecatrónica, donde cuantifiquen mediante una encuesta cuánto incidió en su decisión final sobre qué estudiar, la creación de nuevas carreras universitarias, con preguntas cuantitativas enfocadas en el interés por las carreras y el conocimiento de las universidades que ofrecen dichas carreras, generando un promedio ponderado según la relevancia de la pregunta que va desde 1 a 7, donde los resultados finales medirán el impacto de la política pública. En los cuales un resultado mayor o igual a 5 implica que la política pública tuvo un gran impacto en la decisión de los alumnos,

mientras que resultados que sean mayor a 4 y menores que 5, muestran un impacto mediano en la decisión de los alumnos. Por último, resultados que sean menores que 4, significan un nulo impacto de la política pública en la decisión final del estudiante.

6.3.3. Costos

Para el cálculo del costo total de la propuesta se consideró lo siguiente:

- **Supuestos**

1. La carrera tendrá carácter gratuito para los estudiantes que ingresen en el proceso de admisión correspondiente, aún cuando algunos alumnos puedan costear sus estudios, netamente para facilitar los cálculos de la política. Sin embargo, en un futuro se puede ser más meticuloso y proyectar cuántos potenciales alumnos estarían capacitados para costear sus estudios, dejando de lado el supuesto de que sea gratuito para todos
2. Sólo se contempla la implementación de la nueva carrera en las universidades estatales las cuales son 17
3. Ante la falta de información sobre cuánto cuesta la creación de una carrera universitaria en Chile, se incluirá dicho costo en el arancel anual que cobran las universidades según cada carrera. Considerando además que dichos aranceles contemplan remuneraciones de profesores, administrativos, inversión en infraestructura, inversión en estudios de investigación, materiales de aprendizaje, entre otros

4. Como la propuesta apunta a la creación de una carrera universitaria que tenga la condición de ingeniería civil y busca implementarse en las universidades estatales, para tener una aproximación al costo por alumno, se calculará el promedio del arancel anual de todas las carreras relacionadas con ingeniería civil existentes en las 17 universidades estatales
- El promedio de aranceles reales en las universidades estatales de las carreras relacionadas con ingenierías civiles corresponde a \$ 3.418.467 ([Ministerio De Educación](#) , [sf](#))
 - La cantidad de vacantes totales para las carreras relacionadas con ingenierías civiles, durante la admisión 2020 según el DEMRE, corresponde a 6.758 vacantes ([DEMRE](#) , [sf](#))
 - Tomando como parámetro las 60 vacantes otorgadas por la Universidad de Talca para la carrera Ingeniería Civil Mecatrónica , ([DEMRE](#) , [sf](#)) y multiplicando dichas vacantes por la cantidad de universidades estatales, se obtiene un total de vacantes para la nueva carrera universitaria equivalente a 1.020 vacantes
 - Dichas vacantes corresponden aproximadamente a un 15% del total relacionado con carreras de ingeniería civil
 - Finalmente, se multiplica el valor promedio de aranceles de ingeniería civil de las universidades estatales por el número de vacantes calculado, obteniendo como valor final \$ 3.486.836.340 equivalentes a USD 4.879.424

7. Conclusiones, Recomendaciones y Limitaciones

7.1. Conclusiones

El panorama que se anticipa en Chile en términos de desempleo es preocupante, ya que existen empresas como por ejemplo Falabella, Sodimac que están invirtiendo fuertemente en proyectos relacionados con la implementación de robots en los principales procesos productivos, lo cual generará una fuerte ola de desempleo en puestos de trabajo rutinarios, monótonos, imitables, etc. Es de suma importancia que el Estado tome participación activa en la búsqueda del quehacer con las generaciones futuras para evitar que exista un porcentaje de desempleo alto. Este trabajo, tuvo como objetivo general proponer dos políticas públicas orientadas hacia contrarrestar los efectos de la robotización en el desempleo.

Para la realización de dichas políticas públicas se recopiló información sobre un estudio a los países que están mejor preparados para la era de la robotización. De dicho estudio se tomó como ejemplo la participación del Estado en reformas educativas, teniendo en cuenta que principalmente los países mejor preparados dan énfasis a una educación formativa que contempla actividades recreativas, de libre expresión, incentivando la creatividad y el trabajo en equipo.

Fue así como se propuso una política pública que implementase talleres artísticos y literarios para todos los alumnos de enseñanza básica y media que pertenezcan a un colegio público o subvencionado, con el fin de desarrollar y brindar todas las herramientas necesarias para que en el futuro, las personas sean capaces de tener un trabajo único, no

imitable y no se sientan amenazados por los robots. Ahora bien, se obtuvo que el costo total de dicha propuesta corresponde aproximadamente al 4 % del presupuesto nacional otorgado para el 2019. Si bien, no es un porcentaje excesivo, se puede justificar sobre otras necesidades del país considerando el importante hecho de que en 10 años o más, la mitad de los empleados está en peligro de ser reemplazados por robots y quedar sin la opción de conseguir otro trabajo, por lo cual es necesario tomar medidas con anticipación, otorgando las herramientas que los estudiantes de hoy necesitan para afrontar dicho panorama poco alentador en un futuro no tan lejano. Además como es una propuesta de reforma educacional, la educación debiese ser prioridad si se busca el desarrollo como país, el crecimiento económico y disminuir la brecha social y económica existente hoy en día. Cabe mencionar que Chile invierte en educación primaria y secundaria aproximadamente USD 5.000 por alumno, mientras que el promedio de inversión por alumno en educación primaria y secundaria de los países pertenecientes a la OCDE es cercano a USD 10.000, es decir, Chile está al debe en inversión en educación en comparación con los países pertenecientes a la OCDE.

Por otra parte también es necesario fomentar el estudio de carreras relacionadas con robótica y mecatrónica, ya que los robots que sean utilizados, necesitan de un personal competente y capacitado para operarlos, o bien, darles soporte técnico cuando sea necesario. Dicho esto, se propuso la creación de una carrera universitaria relacionada con robótica y mecatrónica en todas las universidades estatales, cuyo carácter es gratuito para los estudiantes que deseen ingresar a dichas carreras.

Cabe destacar que la gran diferencia en costos entre la propuesta 1 (USD 2.921.849.628) y la propuesta 2 (USD 4.879.424) es tan significativa por una diferencia de alcance de cada propuesta. Mientras la propuesta 1 pretende abarcar todos los establecimientos escolares municipales y subvencionados, que en una aproximación serían 1.434.875 alumnos en comparación a las potenciales 1.020 vacantes de la nueva carrera que se propone implementar. Dicha diferencia habla por sí sola al momento de comparar costos, aunque cabe destacar que el costo por alumno de la propuesta 2 es aproximadamente 3 veces el costo por alumno de la propuesta 1. Sin embargo, el orden de magnitud de la diferencia de alcance de cada propuesta hace que sea tan desigual el costo total.

La conclusión principal de este trabajo es que la educación es el pilar fundamental para contrarrestar los efectos de la robotización en el desempleo, comenzando con las reformas educacionales a temprana edad, permitiendo así que las futuras generaciones posean habilidades cognitivas, creativas y de trabajo en equipo que les permitan tener una ventaja competitiva sobre los robots en el futuro. Incentivar el arte y la literatura a los jóvenes, aumentará las probabilidades de tener futuros poetas, escritores y artistas en Chile.

Se concluye además que para este problema de investigación las propuestas de soluciones tienen que ser de carácter largoplacista si se pretende aprovechar la utilización de los robots en el aumento de productividad para aportar con el crecimiento económico del país, ya que medidas más a corto plazo como la implementación o alza de impuestos, no ayudaría a solucionar el problema de fondo que es evitar que las personas queden desempleadas.

7.2. Recomendaciones

- Investigar sobre acciones a nivel de gobierno, que permitan fomentar e incentivar la demanda de arte y literatura en Chile
- Generar una mejora en las propuestas de este trabajo a medida que se vaya cuantificando el impacto generado por la implementación de robots
- Generar una mejora en la propuesta de creación de una nueva carrera universitaria, en la medida que se tenga con exactitud, la cantidad de vacantes necesarias por universidad de la carrera antes mencionada

7.3. Limitaciones

- Poca información sobre medidas que se están adoptando en Chile con respecto a la utilización de robots
- Dificultad para determinar el costo por alumno de la nueva carrera universitaria, haciendo un supuesto de que las vacantes por universidad serán 60. Además no se encontró información exacta de cuánto cuesta crear una carrera universitaria en Chile

REFERENCIAS

Acemoglu, D. and Restrepo, P. (2017). Secular stagnation? the effect of aging on economic growth in the age of automation. *American Economic Review*, 107(5):174–79.

APUNTES DE DEMOGRAFIA (sf). Formula para el calculo de la esperanza de vida. <https://apuntesdedemografia.com/>

[curso-de-demografia/temario/tema-4-analisis-de-la-mortalidad/formula-para-el-calculo-de-la-esperanza-de-vida/](#). [Acceso Octubre 2018].

Arntz, M., Gregory, T., and Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in oecd countries.

Baldwin, R. and Teulings, C. (2014). Secular stagnation: facts, causes and cures. *London: Centre for Economic Policy Research-CEPR*.

De Gregorio, J. (2012). Macroeconomía. *Teoría y políticas*, 1.

de la Salud, O. P. (2007). Agenda de salud para las américas 2008-2017.

DEMRE (sf). Oferta definitiva de carreras, vacantes y ponderaciones proceso 2020. <https://psu.demre.cl/publicaciones/2020/2020-19-09-12-cruch-oferta-carreras-vacantes-ponderaciones-p2020>. [Acceso Octubre 2019].

Departamento de estadísticas e información de salud (sf). Esperanza de vida. <http://www.deis.cl/indicadores-basicos-de-salud/esperanza-de-vida-ine///>. [Acceso Octubre 2018].

El Mundo (2014). Aumenta la esperanza de vida ". https://www.elmundo.com/portal/vida/salud/aumenta_la__esperanza_de_vida.php#.W_TGH0hKhPY/////. [Acceso Octubre 2018].

Emol (2017). Estiman que para 2030 las mujeres vivirán seis años más que los hombres en chile. <https://www.emol.com/noticias/Tendencias/2017/02/22/846217/>

[A-prepararse-Estiman-que-para-2030-las-mujeres-viviran-seis-anos-mas-que-los-hombres.html](#). [Acceso Octubre 2018].

Fernandez Mora, C. (2018). Robotización y transformación del empleo.

Feyrer, J. (2007). Demographics and productivity. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1):100–109.

Frey, C. B. and Osborne, M. (2013). The future of employment. *How susceptible are jobs to computerisation*.

Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., and Vermeersch, C. M. (2017). La evaluación de impacto en la práctica, segunda edición.

Gordon, R. J. (2016). Perspectives on the rise and fall of american growth. *American Economic Review*, 106(5):72–76.

Graetz, G. and Michaels, G. (2015). Robots at work.

Hart Casares, M. and Espinosa Rivera, F. (2008). Resistencia antimicrobiana de bacilos gramnegativos. *Revista Cubana de Medicina*, 47(4):0–0.

Husson, M. (2016). El gran bluff de la robotización. *Revista Viento Sur*, (147).

JAC (sf). Junta aeronáutica civil. <http://www.jac.gob.cl/>. [Acceso Octubre 2018].

Juan Guzmán (2017). Estudio prevé que el 50% de los trabajadores chilenos será reemplazado por máquinas. <https://ciperchile.cl/2017/02/13/estudio-preve-que-el-50-de-los-trabajadores-chilenos-sera-reemplazado-por-maquinas/> [Acceso Octubre 2018].

Maestas, N., Mullen, K. J., and Powell, D. (2016). The effect of population aging on economic growth, the labor force and productivity. Technical report, National Bureau of Economic Research.

Matías Romero (2017). Esperanza de vida. <http://www.periodismoudec.cl/tiemporeal/2017/07/04/chile-es-el-pais-con-mayor-esperanza-de-vida-en-latinoamerica/> [Acceso Octubre 2018].

Mercader Uguina, J. R. (2017). El impacto de la robótica y el futuro del trabajo. *Revista de la Facultad de Derecho de México*, 67(269):149–174.

Ministerio De Educación (sf). Beneficios estudiantiles educación superior. <http://portal.beneficiosestudiantiles.cl/aranceles-de-referencia>. [Acceso Octubre 2019].

Murray, C. J., Lopez, A. D., Organization, W. H., et al. (1996). The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020: summary.

Organización Panamericana de la Salud (2014). Las personas están viviendo más tiempo, según las estadísticas sanitarias mundiales 2014 de la oms. https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9589:2014-large-gains-in-life-expectancy&Itemid=135&lang=es. [Acceso Octubre 2018].

Podestá Arzubíaga, J. (2001). Problematización de las políticas públicas desde la óptica regional. *Ultima década*, 9(15):163–175.

Previsión para todos (sf). Aumento de expectativa de vida convierte a Chile en un país “de abuelos jóvenes”. <http://www.periodismoudec.cl/tiemporeal/2017/07/04/chile-es-el-pais-con-mayor-esperanza-de-vida-en-latinoamerica/////>. [Acceso Octubre 2018].

Reyes, G. E. (2001). Principales teorías sobre el desarrollo económico y social. *Nómadas*, (4).

Roncales Armas, F. M. (2018). Aplicación de talleres literarios con el enfoque comunicativo textual para desarrollar la comprensión lectora de los estudiantes de educación de la ULADEC católica, 2015.

Sánchez-Martín, F., Jiménez Schlegl, P., Millán Rodríguez, F., Salvador-Bayarri, J., Monllau Font, V., Palou Redorta, J., and Villavicencio Mavrich, H. (2007). Historia de la robótica: de arquitas de tarento al robot da Vinci (parte II). *Actas Urológicas Españolas*, 31(3):185–196.

The Economist Intelligence Unit (2018). Índice de preparación para la automatización ¿quién está listo para la inminente ola de automatización? https://resources.news.e.abb.com/attachments/published/7072/es-ES/428202A1C570/Informe_Automation_Readiness_Espanol.pdf. [Acceso Octubre 2018].

TopScore (sf). Las carreras del futuro. <http://www.topcoreacademic.com/noticias/las-carreras-del-futuro/>. [Acceso Junio 2019].

URZÚA, A. (2010). Calidad de vida relacionada con la salud: Elementos conceptuales.

Revista médica de Chile, 138(3):358–365.

Vázquez, F. (2015). Yo, robot, tú desempleado: La robotización del trabajo humano en el siglo xxi.

Weber (2018). El valor del medicamento desde una perspectiva social.

Wharton University (2010). Las consecuencias laborales del aumento en la esperanza de vida. <https://mba.americaeconomia.com/articulos/reportajes/las-consecuencias-laborales-del-aumento-en-la-esperanza-de-vida//>. [Acceso Octubre 2018].