

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
JOSÉ SIMEÓN CAÑAS



IMPACTO DEL CAMBIO TECNOLÓGICO EN EL NIVEL DE EMPLEO DEL SECTOR
MANUFACTURA DE EL SALVADOR 2000-2018

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREPARADO PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO(A) EN ECONOMÍA

PRESENTADO POR:
DANIEL ENRIQUE ARIAS FLORES
MARLON ALFREDO FUNES FLORES
LOURDES CAROLINA HERNÁNDEZ DEL CID
ROCÍO ALEJANDRA LEMUS VILLALTA

ANTIGUO CUSCATLÁN, OCTUBRE DE 2020

RECTOR
ANDREU OLIVA DE LA ESPERANZA, S.J.

SECRETARIA GENERAL
SILVIA ELINOR AZUCENA DE FERNÁNDEZ

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
JOSÉ RICARDO FLORES PÉREZ

DIRECTOR DE LA CARRERA LICENCIATURA EN ECONOMÍA
JOSÉ ALEJANDRO ÁLVAREZ RAMÍRES

DIRECTORA DEL TRABAJO
SILVIA MARGARITA RUBIO JOVEL

LECTOR DEL TRABAJO
JUAN JOSÉ LÓPEZ ROGEL

AGRADECIMIENTOS

“Agradecemos a nuestra directora de tesis Silvia Rubio, por la disposición que desde el inicio tuvo para ayudarnos en este proceso, sabemos que el contexto no ha sido fácil, a pesar de ello nos brindó su tiempo y paciencia para guiarnos en esto. Igualmente, agradecemos a nuestro lector Juan José López por acompañarnos en la carrera universitaria y en este último paso, siempre con el ánimo de ayuda y excelencia en sus recomendaciones”.

Daniel, Marlon, Lourdes y Rocío

“El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida, principalmente a mis padres Sandra y Daniel, que con su esfuerzo y amor me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más en mi vida. Agradezco a Dios por guiarme durante este camino, confortarme en aquellos momentos de adversidades y dificultades, dándome las herramientas para superarlas.

A mis docentes, que siempre estuvieron para solventar mis dudas, a mis entrenadores que han sido partícipes de mi desarrollo como persona, aconsejándome deportiva y personalmente, al igual que a todas las personas que pusieron un granito de arena en mi formación como profesional, por último a nuestra asesora Silvia Rubio, por el tiempo dedicado, las observaciones efectuadas, que nos permitieron realizar un trabajo de investigación del más alto nivel.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos y amigas, que siempre me han brindado su cariño, apoyo y optimismo, principalmente a mi grupo de amigos Marlon, Rocío y Luli, por siempre estar cuando necesité de ellos, por demostrar que es posible trabajar con diversión, y que la Universidad es uno de los momentos que siempre recordaré, por todos los buenos momentos que pasé”.

Daniel Enrique Arias Flores

“A mis padres, por su amor y pasión. Han sido mi inspiración más grande en mi camino, han estado incondicionalmente durante mis años de estudio. Gracias por su sacrificio tan grande y

creer en mí en todo momento, espero recompensarles siendo un buen profesional. A mis hermanas por su amor y apoyo , el cual han permitido mantener una hermosa familia. A mis amigos y compañeros de tesis, Lourdes, Rocío y Daniel, han sido 5 años de muchas experiencias académicas y personales, seguramente tendremos muchas más. A mis padres nuevamente y a la universidad que me permitieron participar en el convenio estudiantil internacional en México y Colombia. A mi amiga Lourdes que participamos en ambos convenios internacionales, que nos permitieron conocer la realidad desde un ámbito más integral y que con ello logremos aportar e incidir en nuestro país”.

Marlon Alfredo Funes Flores

“Agradezco a mi Mami y a mi Papi, quienes desde siempre me han acompañado y respaldado en mis decisiones, haciéndome creer que soy capaz de todo y de llegar hasta donde yo quiera de la forma que más feliz me haga. Lo más valioso lo aprendí de ustedes: crítica, búsqueda de la justicia, perseverancia y amor por las personas. Que las sonrisas tuyas nunca me falten.

Emilio, te agradezco por enseñarme que los mejores regalos vienen a los 7 años y que las discusiones más profundas y enriquecedoras nacen de las diferencias y el cariño entre hermanos. Gracias a mi familia: tías, tíos, primas, primos, abuelo y abuelitas. Su amor incondicional ha sido primordial, nadie como ustedes para hacerme sentir plena.

Lau, gracias por siempre estar y por la inmensa confianza que nos une, espero que nuestras luchas y convicciones se mantengan, así como el cariño, empatía y lealtad. Sin vos todo sería más difícil. Fredy Samuel, gracias por todo el cariño, ánimo y amor en este proceso, que desde cada una de nuestras trincheras nos complementemos hacia un mismo objetivo de justicia. Admiración por vos siempre.

A mis amigos y amigas de toda la vida desde el colegio, así como a los de la carrera, por hacer estos años divertidos, y por toda la confianza que me han brindado. Igualmente, a los profesores y profesoras que me han acompañado, enseñado y confiado en mí.

Un agradecimiento particular para Rocío, Marlon y Dani, con quienes nos complementamos para esta investigación, sin su trabajo y paciencia esto no sería posible, han sido valiosos y estoy segura que la amistad prevalecerá”.

Lourdes Hernández

“A Dios por darme las fuerzas para culminar esta etapa en mi vida y siempre llenarme de bendiciones en estos 5 años de estudios. A mis padres, Rafael e Idis porque sin ellos nada hubiera sido posible, gracias por formarme, apoyarme y siempre darme las herramientas necesarias para salir adelante. Estoy muchísimo más agradecida de tener a dos padres, excelentes economistas que desde su rubro me han enseñado el amor a la carrera y lo lejos que puedo llegar con ella, espero ser igual de exitosa que ellos para retribuirles todo el esfuerzo que han hecho por mi y por mis hermanas.

A Mónica, Fátima, y Andrea mis hermanas que me han acompañado durante cada logro de mi vida, gracias por demostrarme el apoyo incondicional, sé que juntas nos espera una vida divertida, llena de altos y bajos, pero no hay nada que juntas no podamos lograr. Así mismo, agradezco a mis abuelitas, mis tíos y primos por ser un apoyo para mí. Agradezco hasta el cielo a aquellas personas que se fueron durante estos 5 años, a mi abuelo Pablo, gracias por enseñarme a ser una niña divertida y por sus sabios consejos transmitidos a través de mi mamá, mi tío Oscar, por enseñarme la superación y que se puede salir adelante en cualquier circunstancia, a mi tío Alex, mi tío favorito, gracias por ser una persona alegre y siempre demostrar tu amor y apoyo a toda la familia.

A Daniel O. gracias por ser la mejor sorpresa que me dio la vida, sos mi compañero incondicional, mi apoyo, gracias por creer en mí, espero la vida nos sorprenda con muchos retos y éxitos juntos. Gracias a todos mis amigos tanto aquellos que conozco desde mi época del colegio, como aquellos que hice en la universidad. Lourdes, Marlon y Daniel gracias por ser el mejor equipo de trabajo en estos 5 años, por los recuerdos tan bellos que hemos hecho juntos, estoy segura de que esta amistad perdurara en el tiempo”

Rocío Alejandra Lemus Villalta

CONTENIDO GENERAL

SIGLAS Y ABREVIATURAS	x
INTRODUCCIÓN	xii

1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE EL IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL EMPLEO Y LA DESIGUALDAD..... **1**

1.1 El cambio tecnológico en el contexto económico	1
1.2 Efectos del cambio tecnológico en el empleo y la desigualdad salarial	3
1.2.1 Sesgo hacia las habilidades laborales: trabajo cualificado y no cualificado	4
1.2.2 Efecto polarización del empleo y sesgo hacia la no rutina	8
1.2.3 Efectos en las habilidades medias y las elasticidades sustitutivas entre nivel de trabajo y tecnología	13
1.2.4 El cambio tecnológico y sus efectos en autarquía, zonas comunitarias, y multisectorial	16
1.3 Crecimiento económico ligado a la tecnología y diferencias entre los países.	19
1.4 Tecnología y empleo: carácter multidimensional	24

2 EMPLEO Y TECNOLOGÍA EN EL SECTOR MANUFACTURA SALVADOREÑO: ¿EL CAMBIO TECNOLÓGICO PRODUCE DESPLAZAMIENTO DEL FACTOR TRABAJO EN ESTE SECTOR? **27** |

2.1 Tendencias y proyecciones.....	36
2.2 Modelo de capital, valor agregado y empleo en sector manufactura	41
2.3 Modelo datos panel trabajo administrativo y operario sector manufactura	45
2.4 Comparación sector manufactura El Salvador respecto a América Latina y El Caribe, y Estados Unidos	48

3 ¿LAS MUJERES TIENEN ALGUNA OPORTUNIDAD LABORAL DENTRO DE LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS DEL SECTOR MANUFACTURA SALVADOREÑO?	54
3.1 Aborde teórico de la situación de las mujeres frente al cambio tecnológico	54
3.2 Análisis de tendencias y proyecciones.....	62
4 DESAFÍOS PARA LAS NUEVAS GENERACIONES FRENTE AL CAMBIO TECNOLÓGICO DEL SECTOR MANUFACTURA EN EL SALVADOR	71
4.1 Tendencias y proyecciones.....	76
4.2 Modelos de capital, salarios reales y cualificación de empleados en el sector manufactura.....	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del sector manufactura de El Salvador, revisión CIIU 4.0	28
Tabla 2: Pruebas al modelo LS Empleo contrastado con el ratio capital y valor agregado 43	
Tabla 3: Pruebas a los modelos LS Salarios reales y Capital contrastados con Trabajadores Jóvenes, Trabajadores Adultos, Trabajadores Operarios y Administrativos del sector Manufactura, en el periodo 2000-2018	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Empleo del sector Manufactura como proporción del total de empleo (%), en el periodo 2000-2028	37
Gráfico 2. Salarios medios mensuales (reales), del sector Manufactura en dólares, en el periodo 2000- 2018.	38
Gráfico 3. Tasa de Participación del Capital como proxy de Tecnología, en el periodo 2000-2028	39
Gráfico 4. Exportaciones de productos de mediana y alta tecnología como porcentaje de las exportaciones totales de productos manufacturados, en el periodo 2000-2018.	40
Gráfico 5. Índice de Producción Industrial (IPI) de El Salvador, en el periodo 2010-2018.	41
Gráfico 6. Efecto del ratio de participación capital de la industria manufacturera en los trabajadores administrativos y operarios del sector manufactura en El Salvador, en el periodo 2000-2018	46
Gráfico 7. Empleados por sexo en el sector manufactura, en el periodo 2000-2018....	63
Gráfico 8. Trabajadores administrativos en la industria manufactura, segmentados por sexo, en el periodo 2000-2018.....	65
Gráfico 9. Trabajadores operarios en la industria manufactura, segmentados por sexo, en el periodo 2000-2018	66
Gráfico 10. Trabajo Operativo y Administrativo entre mujeres y hombres en el periodo 2000-2018.	67
Gráfico 11. Trabajadoras y trabajadores empleados en el sector manufactura por cualificación, en el periodo 2000-2018.....	69
Gráfico 12. Empleados de la industria manufacturera por edad, en el periodo de 2000- 2018	77
Gráfico 13. Trabajadores del sector manufactura por años de estudio, en el periodo 2000 al 2018.	78

Gráfico 14. Trabajadores del sector manufactura operarios y administrativos, en el periodo 2000-2018. 79

Gráfico 15. Salarios reales en el sector manufactura por años de estudio por sexo, en el periodo 2000-2018 (deflactados con año base 2009). 80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. América Latina (15 países): distribución de la población ocupada, según nivel de cualificación y sexo, alrededor de 2017 (en porcentaje) 60

SIGLAS Y ABREVIATURAS

BADEHOG: Banco de Datos de Encuestas de Hogares.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

BCR: Banco Central de Reserva de El Salvador.

BM: Banco Mundial.

CAF: Corporación Andina de Fomento.

CEPAL: Comisión Económico para América Latina y el Caribe.

CES: Elasticidad de Sustitución Constante

CIU 3: Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas.
Tercera revisión

CIU 4: Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas.
Cuarta Revisión

CLAEES: Clasificación de Actividades Económicas de El Salvador.

CONAMYPE: Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa.

COU: Cuadros de Oferta y Utilización.

COVID-19: Corona Virus 2019. Enfermedad infecciosa generada por el virus SARS-CoV-2.

EEB: Excedente de Explotación Bruta.

EHPM: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples.

FMI: Fondo Monetario Internacional.

G20: Grupo de los 20.

INTAL: Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe.

IPC: Índice de Precios al Consumidor

IPI: Índice de Producción Industrial.

ISSS: Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios.

MLG: Modelo Lineal General.

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

OIT: Organización Internacional del Trabajo.

OLG*: Overlapping Generations Model

OMC: Organización Mundial del Comercio.

ORMUSA: Organización de Mujeres Salvadoreñas por la Paz.

PIB: Producto Interno Bruto.

PROESA: Organismo Promotor de Exportaciones e Inversiones de El Salvador.

PYMES: Pequeña y Mediana Empresa.

RBTC*: Routine Based Technical Change.

SBTC*: Skill Based Technical Change.

TIC: Tecnologías de Información y Comunicación.

UNIDO*: United Nations Industrial Development Organization.

USAID: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

VAB: Valor Agregado Bruto.

*Por sus siglas en inglés.

INTRODUCCIÓN

El sector manufactura de El Salvador es fundamental para la economía del país, ya que es uno de los que mayor empleo brinda a hombres y mujeres, asimismo le da visibilidad al país a nivel internacional, por la gran cantidad de exportaciones que el sector realiza, en este sentido, se debe señalar que está compuesto por múltiples ramas y actividades que la conforman, desde la producción de alimentos hasta reparación de maquinaria y equipo.

A nivel mundial, el cambio tecnológico está revolucionando el empleo, e incluso, la distribución del ingreso, a través de maquinaria, robots e inteligencia artificial. Al rededor de ello, existen múltiples teorías sobre las consecuencias que la tecnología tendrá en la mano de obra y sus salarios, dividiéndose entre visiones optimistas y pesimistas. Del mismo modo, el sector económico más afectado y donde más visibles son estos cambios es la industria manufacturera, debido a la naturaleza de sus actividades y la proximidad con procesos tecnológicos.

Por todo lo anterior, es importante analizar las particularidades del sector manufactura en El Salvador, a nivel de empleo e ingresos de la mano de obra, tomando en cuenta el capital empleado en un mismo período, es decir 2000-2018, con el objetivo de conocer el impacto que la tecnificación de los procesos productivos tienen en la cantidad y calidad del empleo en la manufactura salvadoreña.

Para lograr lo anterior, en primer lugar, se realiza un abordaje teórico sobre la relación que existe entre el cambio tecnológico, el empleo y la desigualdad, a través de la perspectiva de distintos autores e investigaciones, teniendo en cuenta la contextualización de la automatización, el sesgo hacia las habilidades laborales con el trabajo cualificado y no cualificado, la polarización del empleo y el sesgo hacia la no rutina, las habilidades medias y elasticidades, así como los efectos del cambio tecnológico en distintos escenarios económicos, la diferenciación que existe entre países, y la complejidad más allá de la tecnología y el empleo.

Posterior a ello, se aborda el contexto de la manufactura en El Salvador, con el fin de conocer si el cambio tecnológico produce desplazamiento del trabajo en este sector económico, para esto se realizan tendencias y proyecciones de variables, así como un modelo que aborda el capital, valor agregado y el empleo del sector, asimismo se efectúa un modelo de datos de panel sobre el trabajo administrativo y operario, también una comparación de la situación de El Salvador respecto a América Latina y El Caribe, y Estados Unidos a partir de análisis de variables específicas.

Por otro lado, es fundamental retomar los efectos tecnológicos en el empleo según sexo, ya que las mujeres suelen ser más vulnerables por los roles de género y el trabajo doméstico, esta es la razón por la que se hace un abordaje teórico de las mujeres frente al cambio tecnológico, así como un análisis de tendencias sobre el empleo y salarios de las mujeres, en comparación con los hombres, en el sector manufactura salvadoreño.

Igualmente, se reconocen los desafíos de la juventud y las nuevas generaciones frente al cambio tecnológico, por eso se exploran las diversas teorías sobre las consecuencias de la automatización a partir de la edad. Además, con la intención de conocer la relación de la tecnología con la edad, años de estudio y tipos de trabajadores (operarios/administrativos), así como del nivel de salarios, se desarrollan dos modelos que brindan resultados sobre la vulnerabilidad a partir de estos aspectos, concentrándose en la manufactura salvadoreña.

Finalmente, a partir de todo lo anterior, se generan conclusiones sobre la forma en que la tecnología se manifiesta en el sector manufacturero en El Salvador, así como los efectos sobre el empleo y salarios, haciendo hincapié en la vulnerabilidad de las nuevas generaciones y las mujeres. Por esta razón, se desarrollan recomendaciones que fortalecen el papel del trabajador frente a la nueva realidad transformadora y desafiante donde la tecnología es protagonista.

1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE EL IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL EMPLEO Y LA DESIGUALDAD

La tecnología¹ ha revolucionado históricamente diversas etapas de la humanidad, por lo que el fenómeno ha sido objeto de estudio para diversos autores, de tal forma han surgido teorías sobre las implicaciones que ésta tiene sobre la economía de los países, y las personas en sí. En este sentido, quienes han abordado las consecuencias económicas de la innovación, la automatización² y el cambio tecnológico³, generalmente, lo hacen desde las perspectivas del empleo y la desigualdad, desarrollándose panoramas optimistas y pesimistas en cuanto a las consecuencias que las nuevas tecnologías tendrán sobre las personas, e incluso, sobre las nuevas generaciones.

1.1 El cambio tecnológico en el contexto económico

En 1930, Keynes predijo un progreso tecnológico acelerado para los próximos 90 años, asimismo, implementó un concepto que muchos desconocían, llamado desempleo tecnológico (Keynes, 1963; citado en Acemoglu y Restrepo, 2017). Más de dos décadas después, Leontief identificaría problemas similares para los trabajadores, planteando que el trabajo perdería importancia y que los trabajadores serían reemplazados por las máquinas (Leontief, 1952; citado en Acemoglu y Restrepo, 2017). Estas predicciones no quedaron en el pasado, hoy en día se dan cada vez más avances tecnológicos, en automatización, robótica e inteligencia artificial.

De igual forma, posterior a la Gran Recesión de 2008 en Estados Unidos era de esperarse un aumento en el desempleo, pero no se contaba con que al momento que el crecimiento

¹ La OCDE (2011) citado en OMC (2017), define a la tecnología como conocimientos que convierten recursos en productos, generando innovación y efectos en la economía y de cierto modo a la sociedad. La tecnología puede complementar a los trabajadores, aumentando la productividad de los trabajadores, o puede sustituir la mano de obra.

² Consiste en la tecnología que trata la aplicación de sistemas mecánicos y electrónicos y de bases computacionales para operar y controlar la producción. Trae consigo beneficios de aumento de productividad, mayor seguridad para el trabajador, y una mano de obra escasa (Carrillo y Vázquez, 2008).

³ Parayil (1991) citado en (Arteaga, et al., s.f.) define cambio tecnológico como un proceso temporal y acumulativo, que incrementa la habilidad de los grupos para resolver sus problemas sociales, económicos y cotidianos. El elemento central de su concepción es el conocimiento y en ello fundamenta el proceso del cambio tecnológico.

económico⁴ se reanudara, las personas seguirían sin encontrar trabajo. Según Brynjolfsson y McAfee (2013), para mediados del 2011 la tasa de paro era del 9.1%, solo un punto porcentual menos que en su peor momento, en un contexto donde millones de jóvenes se graduaban y no tenían oportunidad de iniciar su carrera profesional. El descontento de la población era generalizado, mientras que los beneficios empresariales crecían, pero en lugar de contratar más personas, se estaba adquiriendo nueva maquinaria.

Las tesis sobre la causa de ello fueron diversas, algunos consideraban que era el mismo carácter cíclico de la economía, otros una fase de estancamiento, y una parte consideraba que era la forma en que la máquina estaba reemplazando el trabajo humano. Esta última se vio reforzada por una obra escrita años antes, considerada también por economistas como John Maynard Keynes, Peter Drucker y Wassily Leontief, donde se remarcaba que se estaba entrando en una etapa de la historia mundial, en la que se necesitarán menos trabajadores para producir bienes y servicios, considerándose como el *final del trabajo*, ya que los sectores económicos iban a transformarse por tecnologías de computación más sofisticadas, causando un paro de millones de personas (Rifkin, 1995; citado en Brynjolfsson y McAfee, 2013), evidenciando que efectivamente la tecnología desplaza al trabajo.

En la actualidad, la Federación Robótica (citada en Basco A. et al., 2018) alerta que la automatización de la producción industrial se está incrementando de manera exponencial a nivel mundial, realizando un estudio a partir del indicador de densidad robótica, la cual mide la cantidad de unidades de robots industriales cada 10.000 trabajadores en el sector manufacturero, encontrando que en el período 2010-2016 la demanda de robots para la industria creció a una tasa promedio del 12% anual, para el año 2016, el promedio mundial de robots industriales fue de 74 unidades cada 10.000 empleados, comparado con un promedio de 66 unidades para el año 2015.

Igualmente, un estudio presentado por Basco A. et al. (2018), realizado por INTAL, BID (2017), con base en los datos de la encuesta Latino Barómetro 2017, muestra que 4 de cada 5 latinoamericanos perciben al avance científico tecnológico como una amenaza para el empleo, en particular el 71% de los investigadores considera que la Inteligencia Artificial y la robótica

⁴ Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2015), el crecimiento económico sería la generación de aumento de niveles de productividad e innovación tecnológica a través de políticas que estimulan el espíritu empresarial y la creación de empleo. Esta evaluación económica generalmente se hace año con año y así medir el nivel de crecimiento.

dejarán un saldo negativo en materia de creación de puestos de trabajo y sólo el 24% considera que estas tecnologías permitirán crear más empleo del que destruirán.

Por otra parte, Nedelkoska y Quintini (2018; citados en Bravo et al, 2018) construyen un modelo para expandir la estimación del riesgo de automatización a los 32 países de la OCDE, teniendo como resultado que, en promedio, el 14% de los trabajos de los países OCDE participantes son susceptibles a ser automatizados, mientras que el 32% podría enfrentar cambios significativos en las tareas que realizan.

Con todo esto, evidentemente la tecnología y la automatización significan un riesgo para la mano de obra⁵, lo cual es percibido por los mismos trabajadores, no obstante, el fenómeno va más allá de un desplazamiento o reemplazo, por lo que se han desarrollado diversas teorías que abarcan todos estos riesgos con sus particularidades, algunas con conclusiones más alentadoras para los trabajadores que otras.

1.2 Efectos del cambio tecnológico en el empleo y la desigualdad salarial

Al inicio de la década del 2000, Daron Acemoglu analizaba el cambio técnico, la desigualdad y el mercado laboral⁶, cuando el consenso general se planteaba que la tecnología es favorable para los trabajadores cualificados.

Este consenso no siempre fue el mismo, sino que en la Gran Bretaña del siglo XIX los artesanos más cualificados comenzaron a ser reemplazados por trabajadores con pocas habilidades, simplificándose muchas tareas complejas, por lo que el cambio técnico estaba sustituyendo más a la mano de obra cualificada que a la no cualificada, esto fue por la estandarización de los procesos de producción, las habilidades que se habían venido desarrollando ya no eran necesarias dada la simplificación de los procesos. Entonces, Acemoglu (2002), señala que los avances tecnológicos no siempre han aumentado la demanda de conocimientos especializados.

Tal contexto tiene similitud con los resultados obtenidos en una investigación sobre México, presentada por Rodríguez et al. (2016), en donde indican que existe una mayor intensidad de ocupaciones operativas, es decir menos cualificadas. Los datos revelan una marcada

⁵ Mano de obra se define como las personas que se encuentran disponibles para trabajar en un área en particular, país, o industria (Cambridge University Press, s.f.).

⁶ Mercado donde se ofrece y demanda mano de obra. La oferta está constituida por todos los trabajadores que buscan ocupación y la demanda la constituyen todas las empresas que necesitan mano de obra (Palma Martos, 2010).

disminución de la participación de ocupados en áreas administrativas, respecto a obreros al pasar de un año de estudio a otro, contrario a lo que ocurre en países desarrollados; una posible explicación es que la tecnología implementada en el sector puede ser más complementaria con el trabajo operativo, y los procesos puedan ser más intensivos en mano de obra poco cualificada, contradiciendo la idea de cambio tecnológico sesgado hacia el trabajo cualificado, ya que se esperaría que en este sector existiera una mayor incorporación de trabajo en ocupaciones administrativas, debido a la inversión en tecnología que suele existir y el tipo de producción de dicho sector, sin embargo es oportuno mencionar que la manufactura incluye actividades muy distintas como la elaboración de alimentos (baja tecnología) y la industria automotriz (alta tecnología).

1.2.1 Sesgo hacia las habilidades laborales: trabajo cualificado y no cualificado

Si bien es cierto, como se ha mostrado anteriormente, la cualificación no siempre es lo determinante cuando se presenta una innovación tecnológica, sí existen numerosas teorías que se basan en las habilidades y nivel de cualificación de los trabajadores para poder explicar la susceptibilidad frente a los cambios tecnológicos, entrando en juego el papel de la educación, años de estudio, entre otros.

En los años 70, Tinbergen (1974; citado en Acemoglu y Autor, 2010) creó un trabajo que ha funcionado como base para muchos autores. En el que relaciona la tecnología con el empleo, donde las mejoras en tecnología aumentan la demanda de trabajadores más cualificados, entre ellos a graduados universitarios, por lo que se da un retorno a la educación universitaria.

Estas ideas culminan en el llamado modelo canónico, donde se incluyen dos grupos: aquellos con tareas de baja cualificación y los de alta cualificación, suponiendo que la tecnología aumenta un factor y complementa a uno de los trabajadores, este cambio del factor aumentado (tecnología), captura el cambio técnico sesgado por las habilidades. Según distintos académicos, este modelo logra explicar múltiples fenómenos de la economía estadounidense, como la distribución del ingreso y el retorno a la educación universitaria.

El modelo canónico no incluye el papel significativo de las tareas o el equivalente a ello, toma la tecnología como exógena y asume el cambio técnico vinculado al sesgo de habilidades, por lo que no necesariamente brinda respuestas sobre la relación entre habilidades, tareas y tecnologías, no obstante, define a las personas de alta cualificación como aquellas graduadas de universidad y los de baja cualificación graduados de secundaria (Acemoglu y Autor, 2010).

Tinbergen (1974; citado en Acemoglu y Autor, 2010) se basa en un enfoque donde la relación de salarios de la universidad y escuela secundaria sirve como un índice resumido de trabajadores de alta cualificación en relación con los de baja cualificación, donde los cambios tecnológicos están sesgados por las habilidades, la demanda de éstas aumenta con el tiempo, por lo que las nuevas tecnologías que demandan más habilidades son complementarias con los trabajadores más cualificados, teniendo en cuenta que la oferta también ha aumentado en el último siglo por inversiones en escolarización y mayor formación académica.

El modelo realizado por Tinbergen es la base de muchos análisis económicos sobre estructura salarial y cualificaciones. Por su parte, Acemoglu (2002), se plantea distintas tesis para responder a la desigualdad que generan los cambios técnicos: en primer lugar, considera que el comportamiento de salarios y retornos de escolaridad indican un cambio técnico que acelera el sesgo por las habilidades en el siglo XX, en segundo lugar, es un reconocimiento a que el cambio técnico es una respuesta al lucro, es decir, que cuando se desarrolla la tecnología basada en la habilidad es más rentable, teniendo concordancia con lo planteado por Tinbergen años antes.

Una postura similar la tiene la OMC (2017), considerando que la tecnología presenta un sesgo de cualificación, debido a que tiende a complementar a los trabajadores cualificados, aumentando su productividad⁷ cuando utilizan tecnología en el trabajo, por lo tanto, aumenta la demanda relativa de sus servicios laborales a un salario determinado, generando pocos o nulos efectos directos en los trabajadores poco cualificados.

Debido a que el cambio tecnológico con sesgos de cualificación es uno de los temas con mayores controversias, Violante (2008; citado en OMC, 2017) desarrolla relaciones complementarias entre las TIC y las cualificaciones laborales, donde los trabajadores cualificados resultan menos perjudicados por las perturbaciones que originan los grandes cambios tecnológicos, ya que les resulta más fácil adquirir los conocimientos adicionales necesarios para adoptar una nueva tecnología, estando en sintonía con Tinbergen y Acemoglu.

Ampliando la postura de Acemoglu (2002), sostiene que la aceleración en el sesgo de las aptitudes puede que no sea por una revolución tecnológica, sino por un ritmo general de progreso con tipos de tecnologías que están cambiando.

El análisis empírico de este autor se basa en los hechos postguerra de Estados Unidos, al observar que en las últimas décadas la oferta de trabajadores educados estaba aumentando, así

⁷ Según (Palma Martos, 2010) la productividad se define como el volumen de producción que se obtiene para una cantidad determinada de factores productivos, con una tecnología dada.

como una gran desigualdad salarial general a partir de 1970, con salarios medios estancados y disminución en los salarios de trabajadores menos cualificados.

El argumento ante ello es que el cambio técnico ha generado sesgos por habilidad, esto se evidenció más adelante con un aumento rápido de la oferta educativa y a la vez de los beneficios de trabajadores cualificados, por tanto, los cambios tecnológicos sesgados por la especialización están relacionados con la educación, justo como Tinbergen lo demostraba en su modelo canónico.

Sin embargo, a pesar de los aumentos educativos, la desigualdad salarial sigue siendo un hecho, para responder a ello, Acemoglu (2002), genera dos hipótesis: la primera, es sobre la demanda a ritmo constante, sosteniendo que la demanda de competencias aumenta a ritmo constante, por lo que la desigualdad podría explicarse con el ritmo de crecimiento de la oferta. La segunda es la hipótesis de la aceleración, sosteniendo que se ha producido una aceleración del sesgo de las aptitudes a partir de los años 70, impulsado por los avances en las tecnologías de la información, todo en la economía estadounidense.

Algunos modelos para explicarlo toman a la tecnología como variable exógena, tal y como lo hizo Tinbergen, sin embargo, Acemoglu (2002) considera que no se podría explicar la aceleración de la oferta y demanda de conocimientos especializados que ocurren desde los años 70. Por otro lado, se encuentra el enfoque endógeno, donde el aumento de oferta de trabajadores cualificados induce a la aceleración en el desarrollo de habilidades, y todo es cuestión de esperar a que las técnicas basadas en la especialización se vuelvan más rentables y tomen más mercado para que sean adoptadas. La diferencia es que el enfoque exógeno da por hecho que el cambio técnico está basado en habilidades, mientras que el endógeno considera que las nuevas tecnologías complementarían las habilidades cuando la oferta de especializaciones incrementa.

Por tanto, el desarrollo de estas tecnologías especializadas en el siglo XX responde a la oferta constante de trabajadores cualificados, y si esta oferta se acelerara, también lo haría la demanda de conocimientos especializados (Acemoglu, 1998; citado en Acemoglu, 2002).

En este sentido, al desarrollar su modelo, Acemoglu (2002) concluye que en las últimas décadas el cambio tecnológico se ha basado en la especialización de habilidades, asimismo que el retorno a la escolaridad y la desigualdad podría ser por la aceleración en la demanda de habilidades, así como también, por último, que la aceleración basada en habilidades responde al incremento de esta oferta de aptitudes, no necesariamente por una revolución tecnológica en sí, lo que han cambiado son los tipos de tecnología.

Abonando al sesgo por habilidades, los autores Brynjolfsson y McAfee (2013), consideran que el cambio tecnológico genera una mayor demanda relativa del trabajo más cualificado mientras que se reduce, e incluso, elimina el trabajo poco cualificado, de tal manera que el trabajo rutinario⁸ pasa a ser de las máquinas y las decisiones más complejas, de administración y comercialización, son adquiridas por el ser humano, es de este fenómeno donde nace la expresión de un cambio técnico favorable a mayor cualificación (SBTC⁹ por sus siglas en inglés), expandiéndose la tecnología a áreas más complejas de las empresas, exigiéndoles una reorganización total para aprovechar los aumentos productivos.

Siguiendo esto, aquellas tareas más complejas de automatizar no son necesariamente las que exigen un alto nivel de razonamiento, sino aquellas que demandan flexibilidad y capacidad motriz, juicio o sentido común. A medida los trabajos requieran en mayor grado este tipo de actividades, menor es la sustitución de dicha fuerza laboral por computadores. Debe señalarse, entonces, que los trabajos con altas cualificaciones requieren capacidades para resolución de problemas, intuición, creatividad y persuasión, mientras en su contrapartida los menos cualificados necesitan adaptabilidad, reconocimiento visual y de lenguaje, así como interacciones personales.

Ahora bien, los sectores intensivos en capital son los fundadores de la nueva revolución industrial, que aparentemente brinda oportunidades únicamente a trabajadores altamente cualificados, contrario a lo que sucedió en las revoluciones anteriores, no obstante, ello conlleva a que la expansión de las capacidades cognitivas a las máquinas afecte solo el trabajo repetitivo y poco cualificado, a lo que Basco A. et al. (2018) establecen que la automatización de la producción y de los procesos de toma de decisiones son características de la Cuarta Revolución Industrial y, a pesar que en algunos sectores como en la industria automotriz, la utilización de robots lleva más de cincuenta años de aplicación, el nuevo proceso de automatización, sensores y controladores inteligentes, y el aprendizaje de máquinas, permiten desarrollar cualquier tipo de robots que realicen cualquier actividad, algunos hasta desarrollan características de aprendizaje, volviéndose un sustituto perfecto del trabajo humano.

Esto crea, hasta cierto punto, un panorama positivo para los menos cualificados, contrario a lo que Tinbergen o Acemoglu han planteado, por ejemplo, Moretti (2010; citado en Basco A. et al.,

⁸ Ocupaciones que consisten principalmente en tareas con procedimientos bien definidos que pueden ser realizados fácilmente por sofisticados algoritmos (Frey & Osborne, 2013)

⁹ (SBTC), por sus siglas en inglés *skill biased technical change*, sostiene que el contenido de la cualificación es la que provoca cambios en la demanda de trabajo, es decir aumenta la demanda de trabajadores cualificados, por sobre aquellos no calificados.

2018), establece que el crecimiento económico impulsado por la productividad de los sectores más dinámicos, podría generar aumento de la demanda agregada de la economía y, por lo tanto, crear nuevos puestos de trabajo en sectores menos intensivos en tecnología y especialmente en los servicios, brindando oportunidades a los trabajadores menos cualificados.

Sumando a esta postura contraria, Charles et al. (2016; citados en OMC, 2017) en su estudio relacionan la evolución de la tecnología con el nivel de empleo¹⁰ en una empresa, estableciendo que, en la fase inicial de adopción de una tecnología, la demanda de tareas cognitivas¹¹ aumenta con rapidez porque es necesario construir e instalar la maquinaria y el equipo. Sin embargo, una vez que la tecnología se ha generalizado, la demanda de tareas cognitivas disminuye porque, una vez que la tecnología ha alcanzado su madurez, esas actividades siguen siendo necesarias para el mantenimiento y la sustitución ocasional de la tecnología, pero no lo son ya para su adopción, por lo que las tareas cognitivas no siempre van a ser prioridad, es decir, las altas cualificaciones.

1.2.2 Efecto polarización del empleo y sesgo hacia la no rutina

Otro tema importante en la relación entre la tecnología y el empleo es la polarización de éste, en donde los salarios se ven desproporcionados en la parte superior e inferior de los ingresos de acuerdo con sus habilidades, y nada para los que se encuentran en el medio.

Goos y Manning (2007; citado en Frey y Osborne, 2013), expresan que la polarización del mercado de trabajo es ocasionada por un aumento en empleos cognitivos de altos ingresos y las ocupaciones manuales de bajos ingresos, dos situaciones que se ven acompañadas por un ahucamiento de los trabajos rutinarios de ingresos medios.

En este sentido, Autor, Levy y Murnane (2003; citados en Bravo et al, 2018) presentan un modelo basado en las tareas para explicar la polarización del empleo. Los autores proponen que las nuevas tecnologías sustituyen a aquellas tareas rutinarias, que se definen como un conjunto de reglas y pueden ser ejecutadas de manera sistemática por una computadora, disminuyendo la demanda de trabajo para tareas rutinarias, pues tenderán a ser sustituidas, mientras complementan aquellas tareas no rutinarias, favoreciendo la demanda de trabajadores de este

¹⁰ Porcentaje de la población total en edad de trabajar (fuerza de trabajo) que se encuentra empleada. Existen diferentes niveles de empleo. El pleno empleo es aquella situación en la que dentro del mercado de trabajo todo aquel que quiere trabajar encuentra un empleo en un periodo de tiempo razonable (Palma Martos, 2010).

¹¹ Las tareas cognitivas están frecuentemente relacionadas con actividades que requieren un nivel educativo alto (Beaudry, et al., 2013).

último tipo de tareas. Sin embargo, existen muchas tareas que involucran un entendimiento tácito de cómo ser llevada a cabo y que son ejecutadas de manera sencilla, las cuales no son definidas con reglas precisas.

En paralelo, a los trabajadores más cualificados les va bien, pero los que tienen cualificaciones más bajas sufren menos que los de cualificaciones medias, debido a la polarización de la demanda de trabajo, generándose una relación en forma de U entre los salarios y las cualificaciones (Autor y Dorn citado en Brynjolfsson y McAfee, 2013), mostrándose entonces, la relación que puede existir entre el sesgo de habilidades con la polarización del empleo.

La polarización del empleo resulta como una introducción para todas las teorías que abordan el efecto del cambio tecnológico en el empleo desde la perspectiva de tareas rutinarias y no rutinarias. Desde el punto de vista de Autor (2015), las máquinas logran sustituir a los trabajadores específicamente en tareas rutinarias y codificables, mientras que los trabajadores con ventaja poseen habilidades de resolución de problemas, adaptabilidad y creatividad.

Frey y Osborne (2013), en su estudio de los avances del *machine learning* y robótica móvil a 702 ocupaciones estadounidenses, buscando el significado de progreso tecnológico, desarrollaron una metodología para categorizar las ocupaciones de acuerdo con su susceptibilidad a la computarización, ya sean trabajos cognitivos rutinarios y no rutinarios¹², o trabajos manuales rutinarios y no rutinarios, considerando que la computarización los está afectando a todos de una manera rápida.

La razón es que el mundo se encuentra en inflexión tecnológica, ya que la era de la inteligencia artificial y los robots se están desarrollando con la capacidad de ejercer las tareas cognitivas y físicas de una buena parte de la fuerza de trabajo, por lo que deberían crearse planes políticos en la educación e ingresos.

Por ejemplo, Campbell-Kelly, (2009; citado en Frey y Osborne, 2013) enuncia que pocas son las pruebas que se deben demostrar para saber que la realización de tareas completamente por computadoras son elaboradas de mejor manera por las redes de máquinas que por la mano de obra humana, ya que la computarización puede detectar patrones en grandes datos que los humanos los pueden dejar pasar por alto, y es por eso mismo que se crea otra ventaja para las computadoras al hacer tareas cognitivas: su ausencia de algunos sesgos humanos. A partir de 2016, los robots, según DeCanio S. (2016), son capaces de conducir coches, derrotar a los

¹² Para (Frey & Osborne, 2013) los trabajos rutinarios involucran todo, desde redacción legal, manejo de camiones, diagnóstico médico, y trabajos que necesitan de persuasión y ventas.

campeones humanos en ajedrez, tomar pedidos y servir comida en restaurantes, escribir discursos políticos etc.

El continuo desarrollo tecnológico del hardware robótico está teniendo un notable impacto en el empleo, debido a que los robots industriales asumen las tareas rutinarias de la mayoría de los operarios en la fabricación, e inclusive, ya existen robots que han desarrollado la capacidad de ejecutar tareas manuales no rutinarias, logrando algoritmos para ciertas tareas que se pensaba solo podían ser realizadas por humanos, hoy los robots son más confiables y eficaces que el humano (Frey y Osborne, 2013).

En el modelo de Frey y Osborne (2013) se espera que los trabajadores reasignen su oferta de mano de obra en función a su ventaja comparativa, debido a la computarización y la caída del precio de mercado de la informática, los trabajadores en sectores susceptibles a la computarización deben asignarse a tareas no susceptibles.

Por su parte, Manyka et al. (2017; citados en Bravo et al., 2018), afirman que las actividades más susceptibles a la automatización son aquellas relacionadas al procesamiento y recolección de datos, así como las actividades físicas u operación de maquinaria en ambientes predecibles y controlados, mientras que aquellos menos susceptibles son las actividades gerenciales y de desarrollo de personas, toma de decisiones, así como actividades físicas en ambientes impredecibles.

En el modelo de Frey y Osborne (2013), la computarización puede extenderse a cualquier tarea no rutinaria, con una condición establecida por los autores: que dicha tarea no puede depender de cuellos de botellas para la computarización, ya que son éstos los que establecen los límites.

Prediciendo, entonces, que los avances en materia de *machine learning* reducen la demanda agregada de mano de obra en las tareas rutinarias por medio del reconocimiento de patrones, y aumenta la demanda de trabajo en tareas que no son susceptibles a la computarización.

Frey y Osborne (2013) enuncian que para el 2010, el 47% del total de empleos estaba en la categoría de alto riesgo, esto quiere decir que las ocupaciones asociadas eran potencialmente automatizables. Todo este estudio ayuda a amplificar los tipos de trabajo y formas de analizar la susceptibilidad de ellos frente a la tecnología de una forma agregada.

Por tanto, se reconoce un cambio estructural en el mercado laboral provocado por la automatización, ya que los trabajadores se ven en la necesidad de reasignar su oferta de trabajo que les generaba ingresos medios, a ocupaciones de servicios que dejan como resultados

salarios bajos (Autor y Dorn 2013; citado en Frey y Osborne 2013), generando mayor desigualdad. Esta situación indica que las tareas manuales en el sector servicio son menos susceptibles a la computarización ya que requieren una mayor flexibilidad y adaptabilidad física (Frey y Osborne, 2013), siendo una ventaja para este sector.

En esta línea, Arntz, Gregory y Zierahm (2017; citados en Bravo et al., 2018), realizan un análisis a nivel individual de las tareas que componen a los distintos trabajos, a diferencia del análisis agregado de Frey y Osborne, concluyendo que aquellas ocupaciones con alto riesgo de ser automatizadas corresponden solo a un 9% del total de ocupaciones, esto por la heterogeneidad de tareas que se pueden observar dentro de la misma ocupación.

No obstante, el Banco Mundial (2016; citado en OMC, 2017) indica que es probable que los trabajadores que desempeñan ocupaciones cognitivas no rutinarias vean recompensada su mayor productividad mediante ingresos más elevados debido a que los obstáculos a la entrada son elevados (elasticidad de la oferta de trabajo es escasa). Por el contrario, los ingresos de los trabajadores poco cualificados que desempeñan ocupaciones manuales no rutinarias descenderán probablemente con el tiempo, a medida que los trabajadores medianamente cualificados que ejercen ocupaciones rutinarias sean desplazados por la automatización y empiecen a competir por los puestos disponibles en ocupaciones peor remuneradas en las que los costos de entrada son bajos y la elasticidad de la oferta de trabajo es alta, atenuando la desigualdad, tal como Frey y Osborne indican en su modelo.

Igualmente, el análisis que presentan Basco A, et al. (2018), elaborado por Task Force sobre Economía Digital del G20, analiza qué tipos de trabajadores son los que más se benefician de los programas de capacitación y el efecto de la capacitación, dependiendo del nivel de digitalización de la industria en la que estos se desenvuelven, donde los resultados establecen que los individuos que muestran las habilidades cognitivas más bajas y el contenido rutinario más alto de su trabajo, se vuelven más susceptibles a la sustitución de máquinas por trabajadores, confirmando nuevamente la vulnerabilidad de los trabajadores.

Sumando a esta perspectiva de trabajo y la desigualdad que genera, Edden y Gaggl (2015), con el fin de poder ver la interacción entre las TIC y la mano de obra, comienzan con una descomposición de las participaciones en la renta de los Estados Unidos durante el periodo establecido de 1968 a 2013, esto basado en el marco de organización de Autor, Levy y Murnane (2013), que logran hacer una distinción entre las ocupaciones rutinarias, las más afectadas por la automatización, y las no rutinarias, que se espera que no sean tan impactadas por la misma.

Esta distinción es necesaria, ya que Karabarbounis y Neiman, (2014; citado en Edden y Gaggl, 2015) enfatizan un declive muy pronunciado en la cuota de ingresos del trabajo rutinario, pero que se ve compensado por un aumento de la parte de los ingresos en la mano de obra no rutinaria, lo que lleva a que de manera agregada la cuota de ingresos laborales no sea tan baja, no obstante, se desarrollan desigualdades, tal como Frey y Osborne, así como la OMC han señalado.

En este punto, Edden y Gaggl (2015) consideran que es importante enfatizar que las ocupaciones rutinarias son principalmente empleos de ingresos medios, mientras que las ocupaciones no rutinarias consisten en ambos trabajos profesionales de alta cualificación y trabajos de servicio de baja cualificación mencionados en Acemoglu y Autor (2011).

La acumulación del capital de las TIC lleva a una diferencia en la participación de los ingresos de las tareas rutinarias y las no rutinarias, a tal punto que los resultados de Edden y Gaggl (2015) muestran un descenso del 2.6% en la cuota de los ingresos laborales agregados, contrarrestándose por un aumento del ingreso de capital de las TIC, lo cual no suaviza los efectos de desigualdad entre trabajadores rutinarios y no rutinarios.

Por tanto, las conclusiones en el modelo de Edden y Gaggl (2015) señalan un debate sobre los costos y beneficios sociales de la automatización, para los autores esta situación puede dividirse en dos grandes rasgos: los efectos en el consumo agregado y las implicaciones distributivas, de manera más explícita, existen efectos positivos en el consumo agregado pero el problema radica en situaciones negativas de distribución, y ambas son importantes.

Desde una visión optimista, según Bravo et al. (2018), lo determinante para que un trabajo sea susceptible a la automatización no es el nivel de razonamiento o habilidades, sino el tipo de tareas y sus exigencias, por lo que la tecnología afecta en mayor medida a los trabajadores que desempeñan tareas rutinarias siendo estas manuales o cognitivas, que a los que realicen tareas no rutinarias, conocido como “cambio tecnológico sesgado en contra de la rutina” (RBTC)¹³, contrario al “cambio tecnológico sesgado a favor de las calificaciones” (SBTC).

Entonces, los avances tecnológicos permiten sustituir algunas actividades y tareas humanas antiguamente rutinarias, hoy también no rutinarias; lo cual modificará sustancialmente la composición de las ocupaciones conocidas hoy en día, pero difícilmente podrá sustituir la

¹³ (RBTC), por sus siglas en inglés *routine biased technical change*, sostiene que no es el contenido de la cualificación en sí lo que provoca cambios en la demanda de trabajo, sino la naturaleza de las tareas integrantes del puesto de trabajo.

ocupación en su totalidad, por lo tanto, este será el desencadenante de una transformación tecnológica, más que desempleo tecnológico, siguiendo una línea optimista sobre el fenómeno.

1.2.3 Efectos en las habilidades medias y las elasticidades sustitutivas entre nivel de trabajo y tecnología

Una manera de analizar la automatización es a partir de las habilidades medias, en esta misma línea, Autor (2015) opina que la automatización en el empleo será la digitalización rápida y acelerada, que conlleva momentos cruciales para ser un trabajador con habilidades especiales porque son ellos quienes podrán utilizar la tecnología para crear y capturar valor, pero no el tiempo indicado para un trabajador con habilidades ordinarias porque son estas habilidades las que están adquiriendo los robots y las otras tecnologías a un ritmo que no se puede controlar.

Autor (2015), señala que mientras haya trabajos de habilidad media susceptibles a la automatización, todavía habrá trabajos de habilidad media que continuarán demandando una mezcla de tareas de todo el espectro de habilidad (apoyo médico, fontaneros, constructores, electricistas, instaladores), igualmente, esta situación indica que mucho de los trabajos de habilidades medias que persistirán en el futuro combinarán las técnicas rutinarias con tareas no rutinarias, y es este punto donde los trabajadores contarán con una ventaja comparativa: la interacción interpersonal, flexibilidad, adaptabilidad y la resolución de problemas, dando también entrada a que las ocupaciones anteriormente mencionadas tengan menos riesgo de ser deslocalizadas.

(Friedman, 2010; Holzer, 2015; citados en Autor, 2015) mencionan que los trabajos de habilidad media están creciendo rápidamente, pero para Autor aquí existe una trampa obvia, ya que la capacidad de la educación en Estados Unidos y el sistema de capacitación laboral para producir los tipos de trabajadores de habilidad media del futuro pueden ser cuestionados, entonces, el asunto no es que los trabajadores de clase media están condenados por la automatización y la tecnología, sino que la inversión en capital humano debe ser el corazón de cualquier estrategia a largo plazo para sí, produciendo habilidades que se complementen con el cambio tecnológico en lugar de simplemente sustituirlo. Por tanto, para Autor (2015), si el trabajo humano se hace sobrante por la automatización, el principal problema económico será de distribución no de escasez.

Igualmente, según Autor (2015), son estos los factores principales que pueden aumentar los impactos de la automatización: 1) es más probable que los trabajadores se beneficien

directamente de la tecnología si se encuentran en tareas que se complementan con la automatización, pero no si están ubicados en tareas que son o serán sustituidas por ella; 2) la elasticidad de la oferta de mano de obra puede mitigar las ganancias salariales: 3) la demanda combinada con la elasticidad del ingreso de la demanda puede amortiguar las ganancias de la automatización, inclusive cuando la elasticidad de la demanda final de un sector específico se encuentra por debajo de la unidad (el sector se reduce a media que la productividad aumenta), esto no implica que la demanda agregada caiga mientras la tecnología avanza.

Es en este punto donde se vuelve fundamental ahondar en la relación que coexiste entre las elasticidades y su efecto en la distribución del ingreso, a partir del reconocimiento de la existencia de una sustitución entre el trabajo y la tecnología.

Una manera de abordar la desigualdad es a través del estudio de DeCanio S. (2016), quien a partir de un ajuste de diferentes distribuciones en la productividad de Estados Unidos concluye que, para los valores no muy altos de la elasticidad de sustitución entre la mano de obra humana y la robótica, entre 1.9 y 2.8, implica una reducción de los salarios a medida que aumenta la robotización en la economía.

Además, DeCanio S. (2016) al incorporar el sector manufacturero, determina que una elasticidad de sustitución robot por humano, podría resultar una disminución de los salarios de los trabajadores industriales a medida que proliferan los robots.

Con el fin de extender el análisis de elasticidad según el nivel educativo, Acemoglu y Autor (2012; citado en DeCanio S., 2016) descubren que la elasticidad de la sustitución entre los trabajadores graduados universitarios y los trabajadores no universitarios fue sobre 1.6 sobre el período 1963 hasta 1987 y 2.9 para el período más largo de 1963 a 2008. Sin embargo, Katz y Murphy (1992; citado en DeCanio, 2016) realizan una estimación de 1.4 en la elasticidad de sustitución de trabajo por robótica, por tanto, es incierto conocer si la brecha de capacidades entre los humanos y los robots avanzados será mayor o menor que la brecha entre los trabajadores con educación universitaria y los que no la tienen.

Por lo tanto, DeCanio S. (2016), determina que probablemente las capacidades de la inteligencia artificial terminen reduciendo los salarios de los trabajadores con el tiempo, aumentando la desigualdad económica a menos que los beneficios de los activos robóticos se distribuyan ampliamente entre la población, sin embargo, es poco probable que se dé una distribución de beneficios de esa manera.

Cuando los robots y el trabajo son sustitutos, pueden darse múltiples escenarios, de este modo Berg et al. (2018) consideran diversos modelos, donde aunque se hicieran supuestos para favorecer al optimismo tecnológico, las consecuencias continúan siendo las mismas: la automatización abona al crecimiento, pero profundiza las desigualdades, generando una visión pesimista del cambio tecnológico, así como las conclusiones a las que Decanio S. llega, igualmente, en estos análisis se vuelve fundamental el nivel de elasticidad entre las variables, con el fin de conocer el carácter de afectación.

Los modelos de Berg et al. (2018), se distinguen de la siguiente manera: el modelo 1 de equilibrio general, los robots compiten contra todas las tareas de la mano de obra; el modelo 2 supone que los robots compiten por algunas tareas; el modelo 3 aborda que los robots sustituyen la mano de obra no cualificada mientras que complementa la mano de obra cualificada; y por último, en el modelo 4 los robots contribuyen en la producción de un solo sector, en los demás se sigue con el capital tradicional y mano de obra.

En este sentido, los académicos Berg et al., (2018) consideran que no son necesarios acelerados progresos tecnológicos para aumentar el crecimiento, basta con pequeñas mejoras cuando robots y mano de obra son sustitutos. Igualmente, en el modelo base que desarrollan, al corto plazo los salarios reales disminuyen, pero al largo plazo, cuando crece el capital tradicional, existe un crecimiento en la demanda de mano de obra, por ende, del salario real, la duración que tenga la fase de salarios bajos es mayor cuando es intensa la elasticidad de sustitución entre robots y mano de obra, entonces, mucha precariedad a corto plazo, para mayor ganancia a largo plazo (este proceso podría tardar generaciones, incluso de 20 a 50 años).

Resulta interesante remarcar que en sus modelos (Berg et al., 2018) encontraron que mientras más crece la producción real, es menos equitativa la distribución de la riqueza en la sociedad. En suma, en el modelo 1 el aumento de la productividad genera un crecimiento endógeno, donde la acumulación de capital robot y tradicional no termina, mientras que los salarios caen y siempre se mantienen por debajo de sus niveles, hasta el punto en que la participación de mano de obra, con el tiempo, llega a cero. No obstante, el escenario podría ser peor, ya que en el modelo 3, cuando la mano de obra cualificada logra ganancias crecientes, mientras que la mano de obra no cualificada tiene salarios en decadencia, sin garantía que el crecimiento llegue a aumentar en algún momento estos salarios, incluso, todo lo contrario: existen indicios que el salario real disminuye más al largo plazo que al corto, por lo que la desigualdad es más dramática. En el caso de posturas optimistas (modelo 4 y 2), la desigualdad empeora en menor medida, existe menor crecimiento en la producción y en los salarios.

Existen otros modelos pesimistas que se basan en la elasticidad, por ejemplo, cuando la elasticidad de sustitución entre robots y mano de obra no cualificada es alta, una mejora en la productividad del robot reduce demanda de trabajadores no cualificados (Sachs y Kotlikoff, 2012; citado en Berg et al., 2018), en fin, es fundamental señalar que a partir de los análisis por elasticidad los resultados son desalentadores para los trabajadores, ya que se culmina en mayor desigualdad.

1.2.4 El cambio tecnológico y sus efectos en autarquía, zonas comunitarias, y multisectorial

Posterior a sus aportes a inicio de la década, Acemoglu y Restrepo (2017), en un principio, realizan un modelo simple basado en (Acemoglu y Autor, 2011; Acemoglu y Restrepo, 2016) donde robots y trabajadores compiten en la producción de diferentes tareas, pero se extienden delimitando que las habilidades de los robots dependen de la industria.

El primer escenario son los robots en equilibrio de autarquía, donde la economía consiste en una zona comunitaria y cada zona únicamente puede consumir lo que produce, cada comunidad tiene la misma oportunidad de “producción de robots”; por otro lado, como segundo escenario, es con zonas comunitarias que comercian, pues cuando una zona comunitaria adopta más robots tendrá menores costos y podrá vender más a las demás comunidades.

Partiendo de esto, Acemoglu y Restrepo (2017), observan algunos efectos que pueden ocurrir en ambos escenarios, el primero es el efecto desplazamiento, manteniendo los precios y la producción constante, es decir que los robots tenderán a reemplazar a los trabajadores y reducir la demanda de mano de obra, pues con los robots se necesita menos mano de obra para producir cierta cantidad.

En segundo lugar, puede observarse el efecto precio-productividad, el cual reduce el costo de producción en una industria, permitiendo así que se expanda y aumente su demanda de trabajo, siendo más profundo en el escenario de zonas comunitarias.

Otro efecto que se da en autarquía y zonas comunitarias es escala-productividad, donde la reducción de los costos desencadena en una expansión de la producción, con un aumento de la demanda de mano de obra en todas las industrias (es de todas las industrias a diferencia del efecto precio-productividad que únicamente repercute en una industria), en el escenario de zonas

comunitarias significa la expansión de la producción total en la economía como tal, ya no solamente en una única zona.

Un año después, amplían y formalizan más estos modelos, profundizando el comportamiento entre sectores, luego de reconocer que la tecnología lleva a que el trabajo sea reemplazado por el capital por un efecto de desplazamiento y que, aunque la productividad aumente, se puede reducir la participación de la mano de obra respecto al total del valor añadido, así como el empleo y los salarios. Sin embargo, en el 2018 van más allá de los efectos pesimistas, consideran que la automatización o efecto desplazamiento es contrarrestada con la creación de nuevas tareas donde la mano de obra tiene ventaja comparativa, llamado efecto de restablecimiento, aumentándose así la mano de obra y la demanda de trabajo, por la existencia de mayores tareas asignadas a este factor.

Por tanto, estos autores se consideran optimistas, señalando que la automatización, en algún momento, se ve contrarrestada con un alza en la demanda de mano de obra, salarios y empleo, es decir que no significa el fin del trabajo humano. De acuerdo a ello, Acemoglu y Restrepo (2018) hacen énfasis en una diferenciación de fenómenos, donde la automatización reduce participación de mano de obra (efecto desplazamiento), a pesar de que la productividad esté en aumento (efecto productividad), pero las mejoras tecnológicas que aumentan factores generan un alza de demanda de mano de obra, empleo y salarios (efecto restablecimiento).

Por tanto, históricamente no solo ha existido automatización, sino cada vez sería menor la participación de la mano de obra en las economías nacionales, paralelo a ello, van surgiendo nuevas tareas que aumentan productividad y absorben mano de obra, reincorporando trabajadores al mercado laboral, siendo el efecto restablecimiento el opuesto al efecto desplazamiento.

Acemoglu y Restrepo (2018) posteriormente a su modelo simple en autarquía y zonas comunitarias, crearon uno para un solo sector y luego lo ampliaron de forma multisectorial, donde la base son las tareas para la producción, de manera que la automatización es la expansión conjunta de tareas producidas por capital, y el modelo permite la introducción de nuevas tareas donde el trabajo tiene ventaja comparativa respecto al capital, siendo esta la principal diferencia con los aportes iniciales del modelo anteriormente mencionado.

Sin embargo, Acemoglu y Restrepo (2018) reconocen que puede no existir una reasignación de tareas a los factores, dándole énfasis a la naturaleza cualitativa, generándose un nuevo elemento

que es el efecto de sustitución de calidad, debido a que el cambio tecnológico que aumenta los factores impacta en la calidad (productividad efectiva) de los factores.

En el modelo multisectorial existe un efecto de composición, con origen en la reasignación sectorial de trabajadores dado los cambios tecnológicos, en este caso, la demanda de mano de obra aumenta cuando la actividad económica se reasigna a sectores intensivos en este factor. Igualmente, existe un cambio en el contenido de las tareas, resulta de la asignación de las tareas a los factores, en este modelo también se puede ver afectado por el efecto de sustitución de calidad. Por tanto, al existir cualquier cambio tecnológico se puede analizar un efecto de productividad, composición, sustitución (precios y calidad), cambios en contenido de tareas.

La automatización, los robots y la inteligencia artificial han tenido un increíble efecto de transformación en los mercados laborales entre 1990 y 2017 de Estados Unidos, y en muchas otras economías avanzadas, donde el impacto positivo en su mayoría proviene del efecto productividad y su contraparte es el efecto desplazamiento que afecta negativamente al mercado laboral, donde, según Acemoglu y Restrepo (2017), un robot más por cada mil trabajadores reduce la relación entre el empleo y la población en unos 0.18-0.34 puntos porcentuales y los salarios en 0.25-0.5, manteniendo la propagación de los robots según lo esperado por los expertos durante las próximas décadas, pudiendo ser estas mucho más considerables.

Asimismo, se muestra que la evolución de la demanda de mano de obra en este período se explica con los cambios en el contenido de tareas tecnológicas, a tal punto que estos cambios son los que explican la disociación de la demanda de mano de obra y productividad a partir del 2000 (Acemoglu y Restrepo, 2018), donde los cambios negativos denotan una automatización (desplazamiento) más rápida que la creación de nuevas tareas (restablecimiento), ocasionando una demanda de mano de obra en declive; no obstante, se tiene en cuenta el efecto composición, donde es posible la reasignación de mano de obra de un sector hacia otro sector

En definitiva, el centro teórico de estos autores se encuentra en el contenido de las tareas de producción. Cuando ocurre una automatización, se genera desplazamiento y se reduce el contenido de la tarea de producción, por el otro lado, la introducción de nuevas tareas donde la mano de obra tiene ventaja comparativa, se genera un restablecimiento y aumento en el contenido de tarea de producción. Estos cambios tecnológicos son completamente distintos a aquellos donde se aumentan los factores, ya que ellos no afectan el contenido de tareas. Todos estos procesos pueden conllevar a mayor desigualdad, y es posible que, aunque haya

automatización, la productividad sea lenta, originada posiblemente por escasez de aptitudes o excesiva automatización.

1.3 Crecimiento económico ligado a la tecnología y diferencias entre los países

Se sabe que las nuevas adopciones tecnológicas no impactan de la misma manera en todos los países, debido a que cuentan con diferencias significativas en sus producciones, sistemas económicos y mercados laborales. Por esa razón, en este apartado se exponen las diversas teorías sobre el crecimiento económico y las diferencias entre los países.

Primeramente, Zeira J. (1998) presenta un modelo de crecimiento económico y adopción de tecnologías que reemplazan a los trabajadores por máquinas. Dentro del modelo se establece que el producto final es producido por muchos bienes intermedios, donde cada uno puede ser creado por una tecnología manual o por una tecnología industrial. Asimismo, la elección de la tecnología depende fundamentalmente de los salarios y las tasas de interés, es decir, el precio del trabajo y del capital, en donde los salarios más altos inducen a la adopción de la tecnología industrial, debido a que minimiza la mano de obra, mientras que las tasas de interés más altas limitan la adopción de la tecnología.

Uno de los supuestos más relevantes del modelo es que Zeira J. (1998) asume la plena movilidad del capital, las tasas de interés son iguales en todas partes, pero los salarios difieren entre países y de igual manera en la adopción de tecnología. A partir de la adquisición de nuevas tecnologías los países se mantendrán dentro de su frontera tecnológica, siendo el punto más alto y viable que pueden alcanzar los países dada su dotación de factores, mientras que los países que no adquieren nuevas tecnologías se mantendrán por debajo de la frontera.

La incorporación de nuevas tecnologías requiere aumentar las entradas de capital, por lo cual Zeira J. (1998) establece que, si el costo de capital es muy alto, las tecnologías podrían no adoptarse, Lucas (1990; citado en Zeira J., 1998) indica que las grandes diferencias internacionales en la producción per cápita contrastan fuertemente con la teoría económica estándar, especialmente en un mundo de movilidad de capital.

El modelo se desarrolla con una función sencilla Cobb-Duglas, donde la tecnología se desarrolla a partir del aumento del costo de capital, igualmente, no hay crecimiento de la población y el tamaño de cada generación se normaliza a 1, asimismo, con una economía local perfectamente

competitiva, donde únicamente el bien final es completamente comercializable, mientras que los bienes intermedios y el factor trabajo no son comercializables, según Zeira J. (1998).

Las diferencias entre países a partir del modelo son las siguientes: la productividad difiere entre países debido a variables externas como el clima, geografía etc., asimismo se considera que algunos países adoptan menos tecnologías que otros porque tienen salarios más bajos, en consecuencia, la adopción de nuevas tecnologías minimiza la cantidad de trabajadores, pero requiere más capital, lo cual no es viable para algunos, es por lo que los países que tienen salarios más bajos tienen productividad más baja.

Zeira J. (1998), establece que al restringir la movilidad de capital pueden diferir las tasas de interés entre países, y por tanto la movilidad de capital puede ser un factor que explique las diferencias internacionales en adquisición de tecnología. De igual manera, el modelo también explica los cambios en el crecimiento económico a lo largo del tiempo para el mismo país, ya que, según Zeira J. (1998) si un país cambia su productividad, al mejorar su infraestructura, o si reduce su tasa de interés, al liberalizar sus mercados de capitales, puede iniciar un período de rápida adopción de tecnología y crecimiento económico, aumentando la frontera tecnológica. Por lo tanto, el modelo también es capaz de explicar cómo algunos países pueden experimentar períodos de rápido crecimiento.

Según Zeira J. (1998), lo peculiar es que supone que las innovaciones aumentan el requisito de capital para cada unidad de producción, ya que están incorporadas en máquinas nuevas que reemplazan la mano de obra. Por lo tanto, el modelo tiene una muy fuerte relación entre el capital y producción que tiende a aumentar con el progreso técnico y el crecimiento económico, pero amenaza la mano de obra contratada.

En fin, Zeira J. (1998) determina que la adopción de nuevas tecnologías no genera el mismo beneficio para todos los países o industrias, pero depende sustancialmente de los precios de los factores de producción, de los parámetros de productividad de cada país y la tasa de descuento. Asimismo, la adopción de tecnología amplifica las diferencias de productividad entre países, y por lo tanto ayuda a explicar las diferencias en el PIB per cápita entre países, resultando ser un aporte fundamental para comprender los efectos económicos que la adopción tecnológica significa a nivel internacional

Es necesario ejemplificar los impactos cuantitativos que enfrentan los países gracias a los cambios tecnológicos, es por lo que, en Alemania, Gerbert et al., (2015) indican que observan beneficios en cuatro áreas principales: la primera área es en la industria manufacturera, donde

se plantea que se estimulará un crecimiento positivo del 6% durante los próximos diez años en la industria, igualmente, el sector de ingeniería mecánica tendrá un crecimiento de empleo por encima de la manufactura con un 10% durante el mismo periodo.

La tercera área impactada, según Gebert et al., (2015), se ve en torno a la productividad, planteando que durante los próximos cinco a diez años las nuevas tecnologías serán implementadas por más compañías, incrementando la productividad del sector de la industria manufacturera alemana de €90 billones de euros hasta €150 billones de euros, además los componentes industriales de la manufactura tendrán una mejora productiva (20%-30%).

Las industrias manufactureras alemanas con los cambios tecnológicos demandarán más bienes tecnológicos y materias primas, incrementando los ingresos del país en aproximadamente €30 billones al año, alrededor del 1% del PIB de Alemania. Por último, en la búsqueda de incorporar las innovaciones tecnológicas, los productores alemanes deberían invertir alrededor de €250 durante los próximos diez años (alrededor del 1% al 1.5% de los ingresos del sector manufactura) (Gerbert et al., 2015).

Es importante enfatizar que estos cambios no tienen los mismos efectos en todos los países, sino que es fundamental la condición de su mano de obra y su vulnerabilidad hacia la automatización, igualmente, hay una demanda urgente de tener una mano de obra capacitada, así como también, el precio de los factores que Zeira menciona.

Muchos mercados emergentes con una fuerza laboral joven y relacionada con la tecnología, podrían tener la oportunidad de crear nuevos conceptos de fabricación que aún no existen, cabe destacar que los países deben adaptar adecuadamente la infraestructura y la educación.

Siguiendo la misma línea, sobre las necesidades de una mano de obra capacitada, Rodríguez et al. (2016), mencionan que los cambios tecnológicos marcan tendencias mundiales sobre las transformaciones en el mercado laboral, que se ven iniciadas principalmente en los países desarrollados, lo cual tiene relación con la capacitación de los trabajadores de cada nación, pues en el momento en que se da el cambio tecnológico y se implementa en un país en vías de desarrollo, éste será más o menos absorbido dependiendo del nivel de educación y capacitación que tengan los trabajadores; por lo tanto, si el país no cuenta con estas inversiones, traerá efectos negativos, como un mercado laboral que demanda trabajadores cualificados, ocasionando así una brecha salarial entre éstos y los no cualificados.

El análisis se enfoca en la manufactura, pues es un sector caracterizado por incorporar más tecnología que el resto de los sectores en sus procesos de producción; Rodríguez et al. (2016), plantean las siguientes interrogantes: ¿Qué tipo de efectos tiene la tecnología en términos de estructura y salarios en la manufactura? ¿Existe un incremento de la productividad laboral debido a una mayor incorporación de tecnología en este sector? ¿Existe alguna diferencia por tipo de ocupación?, a su vez pone a prueba la hipótesis: existe desigualdad en los salarios y en la productividad laboral del personal administrativo y operativo de los Estados de México, debido a una diferenciación en inversión de tecnología a lo largo del tiempo.

Para dar respuesta a las interrogantes anteriores y a la hipótesis, Rodríguez et al., (2016) elaboran un panel de datos integrando a 32 entidades federativas mexicanas a través de los censos económicos para los años 1999, 2004 y 2009. Las variables que integran el panel son: valores per cápita de salarios y sueldos, así como el Valor Agregado Censal Bruto (VACB) usado para medir la productividad laboral. Para medir el impacto del cambio tecnológico se obtiene el valor del equipo para producción, equipo de cómputo y periféricos, pago de regalías, servicios de comunicación; las variables por su parte se dividen entre trabajadores administrativos y operativos. Por último, se usa el índice de Gini para conocer si existe desigualdad en los sueldos, salarios y en la productividad laboral del personal administrativo y operativo influenciado por una diferenciación en inversión de tecnología a lo largo del tiempo.

A su vez, al indagar en los sueldos y salarios por ocupaciones, se encuentra una tendencia creciente de salarios en ocupaciones operativas, a través del tiempo en la mayoría de los Estados de México; sin embargo, revela que los administrativos tienen una mayor productividad laboral, lo cual podría estar relacionado con la inversión en variables tecnológicas como equipo de cómputo. Siendo en México el modelo económico neoliberal con una leve participación del Estado, se podría deducir bajo la corriente neoclásica, que la disminución del personal provocaría un aumento en los sueldos y salarios; sin embargo, en los resultados de la investigación se demuestra que esto sucede, pero levemente (Rodríguez et al., 2016).

En este sentido, Rodríguez et al, (2016) indican que en términos generales la relación existente entre la inversión en tecnología y la productividad, respecto a los sueldos y salarios de administrativos y operativos, varía en el tiempo. Los resultados muestran que existe una mayor correlación entre los sueldos de los administrativos con el valor de equipo de cómputo, por su parte, los salarios operativos están correlacionados con el valor de maquinaria y equipo, pero con una tendencia a la baja para ambas relaciones. Sin olvidar que ambas remuneraciones de ocupaciones están estrechamente relacionadas con la productividad laboral. Es importante

conocer las aplicaciones de teorías en América Latina, en este caso México, donde las particularidades son evidentes.

Del mismo modo, Acemoglu y Restrepo (2018) logran demostrar que las diferencias entre países sobre la automatización se pueden explicar, hasta cierto punto, por las distintas tendencias demográficas, enfatizando en los efectos de la productividad por la automatización a través de la demografía.

Los autores (Acemoglu y Restrepo, 2018) basan su estudio en el sector manufacturero, documentando un patrón que refleja cómo las empresas están teniendo una relativa escasez de trabajadores de mediana edad, que parecen ser los más sustituibles para las nuevas tecnologías.

Los autores dividen dos tipos de trabajadores: los trabajadores de mediana edad y aquellos de mayor edad, considerando que los trabajadores de mediana edad tienen una ventaja comparativa en las tareas de producción, y los mayores contribuyen en servicios no relacionados con la producción.

Una de las observaciones que Acemoglu y Restrepo (2018) logran hacer a través de su modelo, es que se obtienen efectos negativos para los trabajadores de entre 35 y 54 años (mediana edad), y ningún efecto negativo para aquellos que son mayores que 55 años (mayor edad). Los autores concluyen que los trabajadores de mediana a edad se especializan más en trabajos donde las tareas pueden ser realizadas también por máquinas industriales, y son ellos lo que experimentan salarios más bajos cuando se llegan a implementar estas tecnologías a los procesos productivos.

Una gran parte de los países desarrollados y algunos de los países en desarrollo están enfrentando un envejecimiento de manera acelerada y consideran que esta situación podría afectar su economía a futuro. Pero, el modelo presentado por Acemoglu y Restrepo (2018) ayuda a analizar que estos cambios demográficos deben de ser asociados a las intervenciones tecnológicas que se hacen sobre los procesos productivos, así como lo plantearon en 2017. Específicamente es el caso que se logra observar en la economía estadounidense en donde, a pesar de tener este cambio demográfico se ha incrementado la inversión en nuevas tecnologías de automatización.

El modelo logra predecir que estos cambios demográficos serán más latentes en las industrias que dependen más de los trabajadores de mediana edad y en aquellas donde los riesgos de que

la mayoría de sus tareas sean automatizadas. Los autores reconocen que el poder determinar la relación demografía, empleo y tecnología es complejo.

Aquellas industrias propensas a la automatización que cuentan con una cantidad considerable de trabajadores de mayor edad pueden llevar a que se adopten nuevas tecnologías de automatización y los llevaría a una mayor productividad (Acemoglu & Restrepo, 2018). Esta situación ayuda a analizar que a las industrias no tienen ningún problema en aumentar los niveles de desempleo a través de la automatización de tareas con tal de tener una mayor productividad.

Las economías se enfrentan a nuevos problemas para las distintas generaciones debido a las implementaciones tecnológicas que necesitan ser investigados con mayor profundidad. Lo que sí está claro hoy en día es que aquellas generaciones jóvenes y de mediana edad son las propensas a no conseguir empleos en aquellas industrias que sus procesos productivos están siendo rápidamente reemplazados por las máquinas, creando efectos negativos a nivel económico y de bienestar, asimismo, crean desigualdad en los ingresos y polarización de empleos.

Hay que cuestionarse en qué momento los jóvenes podrán empezar a tomar las ocupaciones de aquellos que son mayores de edad, o inclusive jubilados, quienes son los que están recibiendo los beneficios, teniendo en cuenta que no se están creando políticas que velan por la seguridad laboral de las nuevas generaciones a raíz de los grandes cambios tecnológicos, ya que si no se actúa con la misma rapidez que se automatizan las tareas, la batalla por un buen empleo y un mejor futuro para las generaciones que se avecinan estará perdida.

Por tanto, las diferencias que pueden existir entre diferentes países a partir del cambio tecnológico, dependen de múltiples factores, así como del precio de los factores, la capacitación de los trabajadores, educación, productividad de los países, estructura del mercado laboral, edad, entre otros.

1.4 Tecnología y empleo: carácter multidimensional

Si bien es cierto, existen numerosas teorías que explican las posibles consecuencias de la tecnología en el trabajo, e incluso, en la calidad de vida de las personas, también hay autores que aceptan la complejidad del fenómeno, donde las variables de sus modelos no son suficientes

para abarcar toda la realidad, ya que hasta la nueva tecnología está presentando comportamientos distintos a los de siglos anteriores.

La OMC (2017) señala que, a diferencia de las grandes innovaciones tecnológicas del pasado, las actuales y futuras no se limitan a un ámbito específico, sino que combinan diversos elementos, como el almacenamiento de energía, la computación cuántica, las redes móviles, la biotecnología, la nanotecnología etc., lo cual repercute potencialmente en todas las áreas de la economía, incluidos el sector de servicios, la agricultura o las manufactureras. Ello lo planteaba Acemoglu una década antes.

Igualmente, Acemoglu (2002), señala que los enfoque endógeno o exógeno de la tecnología son incapaces de explicar la caída en los salarios de los trabajadores no cualificados y el estancamiento de salarios medios. Es en este punto donde entran en juego las instituciones del mercado laboral, como los sindicatos, así como el papel del comercio internacional entre los países menos desarrollados (menos trabajadores cualificados) con los más desarrollados (más trabajadores cualificados), también la forma de cómo las empresas se organizan.

Por ejemplo, existen sugerencias que el cambio tecnológico en las últimas décadas ha causado la caída en asociaciones y sindicatos en el mercado laboral, lo que afecta indirectamente a la desigualdad salarial (Acemoglu, Aghion y Violante, 2001; citado en Acemoglu 2002), y otros consideran que el crecimiento del comercio internacional con países menos desarrollados ha hecho que aumente la desigualdad en salarios en Estados Unidos.

Acemoglu (2002), por tanto, es de la idea que la desigualdad salarial va más allá del cambio tecnológico, la tesis principal es que la tecnología es un factor endógeno de todo este fenómeno, entonces, se requiere de modelos con habilidades multidimensionales, ya que las aristas que entran en juego para poder comprender todo son muy complejas, no bastan las variables económicas de empleo y tecnología, el análisis debe ser más amplio que ello.

Años más tarde y bajo la misma línea de explicar la desigualdad y el empleo, Edden y Gaggl (2015) sugieren que, mientras las TIC tengan un gran efecto en la distribución de los ingresos laborales, solo tendrá un efecto moderado en la distribución de los ingresos entre capital y trabajo. Esta situación de distribución lleva a una conclusión importante para los investigadores y es que, la automatización no puede ser la única causa de la disminución del trabajo.

Es importante señalar que la investigación de Edden y Gaggl (2015) indica que solo la mitad de la reducción de los ingresos de la mano de obra vienen directamente de un incremento en el

capital de las TIC, y la mitad restante viene de lo catalogado por los investigadores como: participación del ingreso de capital de no TIC, esto se da particularmente desde la época posterior al año 2001. Los no TIC vienen principalmente por la vivienda, y para Edden y Gaggl (2015) es de suma importancia estudiar los mecanismos que llevan a los cambios en el ingreso de las no TIC para entender plenamente el funcionamiento de la caída de los ingresos de la mano de obra, y retan a futuras investigaciones a encontrarlo, entrando en concordancia con Acemoglu, quien igualmente sugiere estudios multidimensionales.

Por otro lado, Brynjolfsson y McAfee (2013), reconocen las mejoras productivas y crecimientos que puede generar el cambio tecnológico, pero también hacen énfasis en las desigualdades en las que ello puede desembocar, siendo uno de los motores el desfase organizacional e institucional frente a la transformación, por lo que se debe hacer una búsqueda constante de mantenerse actualizado y minimizar la brecha de la fuerza laboral respecto a la tecnología. Por tanto, consideran que existen oportunidades para que el trabajo no desaparezca por completo, pero para ello deben tenerse en cuenta la amplitud de variables cualitativas que van más allá del empleo y la tecnología, no obstante, se vuelve fundamental la capacitación y cohesión de los actores que participan del fenómeno de la automatización.

2 EMPLEO Y TECNOLOGÍA EN EL SECTOR MANUFACTURA SALVADOREÑO: ¿EL CAMBIO TECNOLÓGICO PRODUCE DESPLAZAMIENTO DEL FACTOR TRABAJO EN ESTE SECTOR?

El capítulo tiene por objetivo mostrar el contexto y la situación del empleo en la industria manufactura junto con la productividad, competitividad y tecnología. Para posteriormente relacionar cuantitativa y analíticamente si el cambio tecnológico del sector manufactura ha afectado la cantidad de empleo de este, generándose así, una propuesta econométrica sobre cómo abordar el tema de la tecnología y el empleo.

Por tanto es pertinente conceptualizar dicho sector con base en la Clasificación de Actividades Económicas de EL Salvador (CLAEES), revisión CIIU 4, en la sección C como Industrias manufactureras, compuesta por los conjuntos del 10 al 33, observable en la **Tabla 1** a dos dígitos, abarcando la transformación física o química de materiales sustancias o componentes en productos nuevos, al igual que la renovación o reconstrucción de productos, usualmente descritas como plantas, factorías o fábricas y se caracterizan por la utilización de maquinaria y equipo. Sin incluir el suministro de electricidad, gas, vapor, aire acondicionado, suministro de agua, gestión de desechos y descontaminación (Ministerio de Economía, Dirección General de Estadística y Censos, 2011).

Tabla 1. Clasificación del sector manufactura de El Salvador, revisión CIIU 4.0

DIVISIÓN	DESCRIPCIÓN
10	Elaboración de productos alimenticios
11	Elaboración de bebidas
12	Elaboración de productos de tabaco
13	Fabricación de productos textiles
14	Fabricación de prendas de vestir
15	Fabricación de productos de cuero y productos conexos
16	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables
17	Fabricación de papel y de productos de papel
18	Impresión y reproducción de grabaciones
19	Fabricación de coque y productos de la refinación del petróleo
20	Fabricación de sustancias y productos químicos
21	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico
23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
24	Fabricación de metales comunes
25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
26	Fabricación de productos de informática, de electrónica y de óptica
27	Fabricación de equipo eléctrico
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.
29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y Semirremolques
30	Fabricación de otro equipo de transporte
31	Fabricación de muebles
32	Otras industrias manufactureras
33	Reparación e instalación de maquinaria y equipo

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de (Ministerio de Economía, Dirección General de Estadística y Censos, 2011).

Para abordar el papel del sector manufactura en El Salvador, descrito por el Banco Central de Reserva (2009), como aquel sector que transforma mediante procesos artesanales o altamente tecnificados materias primas en bienes finales, usados para el consumo directo o para continuar

en el proceso productivo de bienes más complejos. Asimismo, por el grado de mecanización requerido es considerado uno de los principales motores del crecimiento económico salvadoreño, representando un 16.1% del PIB para 2018 según datos del BM (2020).

Según el BCR (2018), en su informe macroeconómico, durante el tercer trimestre de 2018, el PIB Trimestral, según el Índice de Volumen Encadenado creció 2.1%, siendo en promedio para el 2018 de 2.6%, superior al 2.3 % percibido en 2017, dato que supera el promedio de crecimiento de América Latina y el Caribe de 1.1% para el 2018. A pesar de esto, El Salvador sigue siendo considerado por organismos internacionales como una economía con un lento crecimiento en los últimos años.

Desde el enfoque de la producción, El Salvador exportó para el año 2018 un total de \$5,904.5 millones de bienes en el transcurso del año, un 2.5% más que en el año 2017, donde la industria manufacturera fue una de las principales contribuyentes a este resultado, con exportaciones de dicho sector de \$5,727.4 millones con un crecimiento del 2.8% y principalmente representando el 97.0% de las exportaciones totales de bienes, siendo uno de los sectores pilares de la economía salvadoreña, como productos referentes: maquila de otros productos; productos textiles, papel y productos de papel, prendas de vestir, condensadores eléctricos, productos de plástico y productos derivados de la refinación del petróleo (BCR, 2018).

Sin embargo, El Salvador presenta números poco alentadores para promover un crecimiento económico que permita obtener un aumento de ingresos per cápita, a partir del porcentaje de exportación de media y alta tecnología de productos del sector manufactura para el año 2000 hasta el año 2018 ha representado un 19% de las exportaciones, manteniéndose constante durante todo el periodo (BM, 2020).

Es por ello por lo que es de suma importancia que el sector manufactura cambie sus procesos productivos, a través de la inversión de nueva tecnología que llevaría a una mejora en sus niveles de exportación, específicamente en aquellos donde hoy en día presenta niveles bajos, como lo son los productos de alta tecnología.

Asimismo, al retomar el porcentaje de exportaciones de productos del sector manufactura, pero únicamente de alta tecnología, se obtiene que para el año 2007 representaba un porcentaje de 6.3% de las exportaciones totales, y para el año 2018 representa un 6.1%, lo cual implica una reducción en la participación de las exportaciones (BM, 2020). A pesar de que el sector manufacturero representa gran parte de las exportaciones totales de El Salvador, durante la

última década, la exportación de productos manufacturados con cierto grado de tecnología no ha crecido.

En contraparte, las importaciones de bienes han tenido un incremento abrupto del 10.7% para el año 2018, alcanzando un monto total de \$11,725.8 millones, resultado explicado por el incremento registrado en las importaciones de productos de la refinación del petróleo, motores y generadores eléctricos, maíz, energía eléctrica y productos textiles. Teniendo un incremento en todos los rubros, con incrementos de 8.7% en bienes de consumo, 11.4% en bienes intermedios, un 22.9% para la maquila percibiendo una alta dependencia al funcionamiento de la maquila y la industria manufacturera de las importaciones. Por último, los bienes de capital tuvieron un incremento en un 8.8%, generando un incremento del 20.5% en el déficit de la balanza comercial de \$5,821.3 millones, influenciado principalmente por el incremento de la factura petrolera, así como el aumento en las importaciones de energía eléctrica dos insumos fundamentales en el sector manufacturero (BCR, 2018).

Para continuar con el análisis del sector manufactura, se toma como referencia la comparativa realizada por el BCR en 2009, entorno a los resultados alcanzados por dicho sector al ser contrastado con países de ingreso medio bajo, grupo al cual El Salvador forma parte, y el resto de los países de América Latina. Al contrastar el desempeño de la Industria Manufactura salvadoreña en los años 1996 a 2007, se tiene, en primer lugar, que el ritmo de crecimiento promedio registrado por El Salvador es inferior en 3.3 puntos porcentuales respecto al promedio de los países de ingreso medio bajo que es de 7.7%, formado por países como China y Tailandia que para dichas fechas tuvieron crecimiento promedio de 10.9% y 9.2% respectivamente. Sin embargo, dicha situación no ha tenido cambios significativos, pues del 2008 al 2018 la tasa de crecimiento para el sector manufactura salvadoreño no ha superado el 4.10% (**véase anexo 1**) con datos obtenidos del BCR (2018), caracterizado por reiteradas tasas de crecimiento negativas (BCR, 2009).

Cabe destacar que la heterogeneidad de países por la que están compuestos los grupos, hace difícil valorar el desempeño de la industria local, únicamente en términos de su tasa de crecimiento, por lo que es necesario abordar aspectos **como la contribución del sector a la economía**, participación que con el paso de los años ha tendido a deteriorarse durante casi todo el periodo planteado, pasando de explicar un 34.7% para 1960 a 19.3% para 2000, y 16.18% en 2018. Asimismo, **la contribución del sector al crecimiento de la economía** para el año 2018 fue de 0.24% con respecto al 2.54% que creció el PIB para el respectivo año (BCR, 2018). Dicha caída en el aporte sectorial suele asociarse a las repercusiones negativas del conflicto armado

de la década de los ochenta sobre la seguridad el capital productivo y la masiva migración de trabajadores. Sin embargo, este deterioro puede estar relacionado a otros aspectos como la poca transformación que ha experimentado la estructura económica, la escasa articulación de los sectores productivos nacionales y el tipo de industrias potenciadas (BCR, 2009).

Las tasas de crecimiento bajas en el sector manufactura salvadoreño pueden ser explicadas a partir del modelo económico de Zeira, J. (1998), en donde estudia los cambios tecnológicos en los procesos productivos y su impacto en el crecimiento económico. Una de las conclusiones más importantes del modelo es que los países difieren en la adopción tecnológica y esto se debe a que algunos cuentan con salarios bajos, y si un país adopta nueva tecnología que generaría un ahorro en la mano obra esto requeriría mayores niveles en la inversión de capital, y esto no puede ser rentable en los países con salarios bajos, porque cuentan con niveles de productividad bajos.

El BCR hace una división del valor agregado de los sectores agropecuario, manufacturas y servicios respecto al total, observándose la estructura productiva de una economía. En el caso de El Salvador, la industria, en particular el sector manufacturero, y no solo el sector agropecuario, ha cedido el terreno al ya amplio sector terciario de servicios con un 60.1% para el periodo de 2000 a 2007, manteniéndose con un 60.39% para 2018, caso contrario a lo sucedido en países de ingresos medio bajo como China, que han tenido un desplazamiento de la producción agropecuaria hacia los sectores industria y servicios (BCR, 2009).

Asimismo, el BCR (2009) indica que la productividad laboral del sector manufactura ha experimentado una mejora al crecer a una tasa promedio de 2.3%, situándose por arriba del promedio de la economía para el periodo 1990-2007, sin embargo, la tasa de crecimiento de la productividad laboral del sector manufactura salvadoreño, calculada a partir del PIB real sectorial, entre los trabajadores cotizantes del sector manufactura públicos y privados, ha tenido una tendencia a disminuir en el periodo 2000 a 2018 , manteniéndose estancada hasta el año 2018, inclusive para el año 2013, 2017 y 2018 la tasa de crecimiento de la productividad laboral es negativa (**véase anexo 2**), con datos obtenidos del BCR.

Ello implica que la productividad laboral del sector manufactura a pesar de que presente una productividad mayor, respecto al sector servicios y agricultura, la productividad laboral se mantiene estancada y parte de ello puede ser explicado por la poca dinamización, a partir de la incorporación de nueva tecnología en los procesos de producción, pasando de un valor agregado de 19.5% respecto al PIB para el año 2000 a un 16% al año 2018, por otra parte el

sector de servicios representaba un 58% de valor agregado respecto al PIB, y para el año 2018 presentaba un valor de 60%, por lo tanto, el leve aumento de la participación del sector de servicios respecto al PIB no es debido únicamente a la reducción de la participación del sector manufactura, sino también a la reducción del sector agrícola pasando de un 7% para el año 2000 a un 4% de valor agregado respecto al PIB (BM, 2020).

Cabe recalcar que el proceso de migración entre sectores, es decir, del sector primario a la industria, y posteriormente a los servicios, es un patrón esperado en las economías como parte de su desarrollo en la medida en que el ingreso per cápita aumenta según el BCR (2009). El Salvador ha transitado directamente a los servicios (desindustrialización) sin haber concretado la etapa de la industrialización, ocasionando un crecimiento acelerado del sector servicios y una reducción de los sectores industria que en ningún momento logró el crecimiento fuerte y sostenido del patrón de desarrollo esperado, y en mayor proporción el agropecuario.

Otra conclusión respecto al desplazamiento intersectorial se da a través de la reasignación de la oferta de mano de obra gracias a la adaptación tecnológica, según Frey y Osborne (2013) los trabajadores dentro del sector manufactura se pueden ver tentados a desplazarse a ocupaciones dentro del sector servicios, aunque estos en su mayoría sean de ingresos bajos. Puede decirse que estos empleos son menos susceptibles a la automatización con respecto a los empleos de manufactura, ya que dentro del sector servicio se requiere un mayor grado de flexibilidad y adaptación física.

Además, es importante conocer la incidencia que tiene el sector manufactura en el nivel de empleo de El Salvador, según los datos obtenidos de la EHPM en el empleo formal e informal para el 2018 representaban un total de 424,232, con un salario promedio mensual real de \$298.23 dólares para el año 2018 en el sector manufactura, mientras que para el año 2000, empleaban 329,423 trabajadores efectivamente con un salario promedio mensual de \$169.99 dólares, presentando un leve crecimiento de empleados durante todo el periodo analizado (**véase anexo 3**).

En cuanto a tecnología, a partir de un estudio realizado por el BCR (2009), donde el grado de mecanización de la industria es medido a través del stock de capital respecto al PIB, se puede establecer que desde el año 2000 al año 2008 el stock de capital presenta un periodo de crecimiento. Asimismo, retomando datos del Banco Mundial, se considera la formación bruta de capital como medida del grado de mecanización de la industria respecto al PIB, en el cual se

puede establecer que a pesar de que el grado de mecanización tuvo un leve crecimiento, a partir del 2009 el grado de mecanización se ha reducido **(Véase anexo 4)** (Banco Mundial, 2020).

Siendo afectado en cierto sentido por la crisis mundial del año 2008, sin embargo, es hasta el año 2018 que el grado de mecanización ha igualado el valor del año 2008, manteniéndose en estancamiento durante una década, lo cual podría estar relacionado con el cuasi nulo crecimiento de la productividad laboral del sector industrial **(Véase anexo 4)**.

Al haber evidenciado a la manufactura salvadoreña y sus condiciones, es cuestionable si el sector manufacturero está listo para las nuevas tecnologías, ya que según ASI (2019), El Salvador tiene la posición 104 de 126 economías en el Índice de Innovación 2018 con un Gasto en software y Gasto bruto en I+D del 0.1% del PIB para ambos. Teniendo un 36% de empresas industriales que necesitan innovar sus productos y a su vez un 34% demandan maquinaria con tecnología de avanzada generación, además percibiendo un 2.6% de exportaciones netas de alta tecnología del comercio total, por lo cual El Salvador debe estimular las nuevas tecnologías, siendo de suma importancia en un sector como el de la manufactura que requiere una mayor inversión tecnológica que el resto de sectores, permitiendo una oportunidad de competir con el resto del mundo y reducir el déficit comercial que el país a cargado por varios años.

El Salvador se ve en la necesidad de innovar en sus procesos productivos, así como lo mencionan Brynjolfsson and McAfee (2011; citado en Frey y Osborne, 2013) a través de sus estudios han logrado identificar que el paso de la innovación tecnológica va en aumento año con año, cada vez con nuevos y mejores softwares tecnológicos, y es así como las empresas manufactureras salvadoreñas deben de analizar sus procesos y observar de qué manera se pueden invertir en mejores tecnologías que los llevarán a una mejora en su competitividad.

Al haber contextualizado al sector manufactura, es posible relacionar cuantitativa y analíticamente si la tecnología en el sector manufactura ha generado desplazamiento de los trabajadores a través de tendencias y proyecciones, dando paso a una propuesta econométrica sobre cómo abordar el tema de la tecnología y el empleo en un contexto donde los avances no son tan palpables como en los países desarrollados, por ello, se analiza cuantitativamente desde distintos métodos, incluyendo un análisis comparativo con la región latinoamericana y Estados Unidos.

Para responder la pregunta de este capítulo se debe hacer un análisis de indicadores clave que conecten el nivel de trabajo y la tecnología, sobre todo en el sector manufactura de El Salvador.

En este sentido, los indicadores relacionados al nivel de trabajo son:

- **Proporción del empleo en la manufactura respecto al total en El Salvador**, es importante ya que brinda la apreciación sobre cómo el empleo, en la manufactura específicamente, ha ido evolucionando con relación a todo el nivel de empleo en el país.
- **Trabajadores cotizantes del sector privado y público en la manufactura**, este indicador es funcional para conocer el número de trabajadores de este sector que aportan, desde sus salarios, para el régimen de Seguro Social, siendo parte del empleo formal.
- **Salarios medios mensuales cotizables, sector privado y público**, se han deflactado a partir del índice de precios al consumidor, en base al año 2009 (BCR, 2020) (**véase anexo 3**), son una muestra de la media de salarios a través del tiempo, considerando el impacto de la variación de los precios de bienes y servicios es decir, la cantidad de retribución que cada año tienen de forma mensual los trabajadores del sector manufactura, ello ayuda a analizar la distribución de los ingresos que tienen los hogares donde se sustentan a través del trabajo manufacturero .
- **Trabajadores administrativos**, es un indicador tomado a partir de la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples, donde se muestran los ocupados por rama económica, en este caso, se han tomado solo los del sector manufactura, agrupando a aquellos administrativos, es decir, directores, funcionarios, profesionales científicos, profesionales técnicos, empleados de oficina, comercio y servicios.
- **Trabajadores operarios** es un indicador tomado a partir de la EHPM, donde se muestran los ocupados por rama económica, en este caso, se han tomado solo los del sector manufactura, agrupando a aquellos operarios, es decir, trabajo agrícola, pescadería, artesanos, operarios, operadores, instalaciones y trabajo no cualificado.

Igualmente, están los indicadores para conocer el avance tecnológico en el sector manufactura:

- **La tasa de participación de capital** es un indicador de suma importancia para el análisis entre la tecnología y el empleo, debido a que esta tasa puede ser considerada un indicador proxy, ya que dentro de ésta se observa cómo el capital se encuentra ligado al desarrollo de la tecnología.

Esta tasa de participación se obtiene a través de los cuadros de Oferta y Utilización (COU) del BCR, en donde se encuentra el Valor Agregado Bruto (VAB) y los Excedentes de

Explotación Bruta (EEB) de cada uno de los sectores que conforman la economía, en este caso, compete solamente estudiar estas variables del sector manufactura salvadoreña. Con las variables antes mencionadas se genera un ratio (EEB/VAB), obteniendo la tasa de participación el capital.

- **Exportaciones de productos de alta tecnología, medido por porcentaje de exportaciones de productos manufacturados.** En este caso los productos de alta tecnología son aquellos intensivos en investigación y desarrollo, lo que lleva mayor procesamiento en su producción, en este caso se tendrán en cuenta las exportaciones de estos productos de El Salvador, Estados Unidos y América Latina.
- **Exportaciones de productos manufacturados respecto al porcentaje total de las exportaciones de mercadería,** es decir, la exportación de productos que el BM indica como productos químicos, artículos manufacturados, maquinaria y equipo de transporte, manufacturados diversos, sin incluir metales no ferrosos, todo ello proveniente de El Salvador, Estados Unidos y América Latina, con el fin de conocer la capacidad de exportación que el sector manufacturero del país tiene respecto a la región.
- **Industria media y alta tecnología, incluyendo la construcción, como porcentaje del valor añadido de fabricación,** es un indicador que ayuda a apreciar el peso de la industria de media y alta tecnología sobre el valor de fabricación total de cada país, en este caso, a fin de comparar, El Salvador y Estados Unidos.
- **Exportaciones de tecnología media y alta, medida como porcentaje de exportaciones de manufacturas,** es un indicador que apoya para el análisis de cuánto cada país es capaz de exportar en cuanto a alta y media tecnología proveniente de la manufactura, ello en el caso de El Salvador y Estados Unidos, convirtiéndose en una forma de ampliar el conocimiento sobre el sector económico y sus capacidades.

Para conocer la producción de los sectores más importantes, incluyendo la manufactura, es fundamental observar el comportamiento **del valor agregado por sector como porcentaje del PIB**, en este caso la industrialización, servicios y agricultura, tanto de El Salvador, Estados Unidos y América Latina, descrito por el BM (2020) como la producción neta de un sector después de sumar todos los productos y restar los insumos intermedios, sin realizar deducciones por depreciación o degradación.

Con relación a ello se debe apreciar minuciosamente la **productividad media por trabajador (valor agregado por trabajador)** a partir de cada sector mencionado anteriormente, de tal forma,

se analiza la eficiencia de los trabajadores en el proceso productivo a nivel sectorial, en el caso de El Salvador, Estados Unidos y América Latina.

Entonces, se vuelve fundamental conocer específicamente el comportamiento y evolución de la producción manufacturera en El Salvador, por ello, se hace uso del **Índice de Producción Industrial**, el cual describe el cambio de volumen en bienes y/o servicios en el tiempo, generando una medida a corto plazo, es un indicador fundamental para analizar la actividad económica. Es necesario remarcar que este índice está compuesto por el CIU 4, por tanto, se toman en cuenta la explotación de minas y canteras, industrias manufactureras, suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado, así como suministro de agua, evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación.

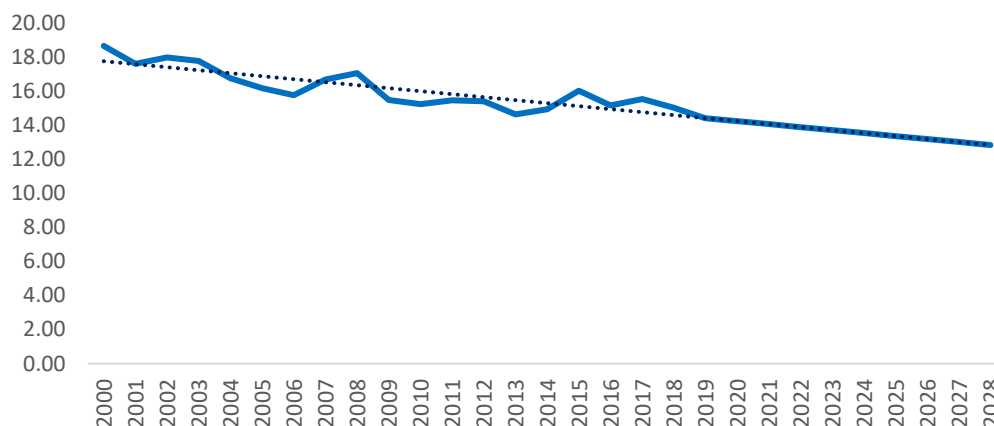
2.1 Tendencias y proyecciones

Mediante un análisis de tendencias y proyecciones, se observa el comportamiento de ciertos indicadores, mencionados anteriormente, de empleo y tecnología del sector manufactura para el período del 2000 al 2018, asimismo se hace una proyección lineal simple de diez años, para observar la tendencia que éstos tendrán con base al camino que ha mantenido en los años anteriores a estos.

Es necesario aclarar que los pronósticos se podrían ver afectados para el año 2020 por las consecuencias de la pandemia del COVID-19 y de la cual, según Alicia Bárcena, Secretaria Ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), advirtió que la pandemia del COVID-19 tendrá efectos devastadores sobre la economía mundial, seguramente más intensos y distintos que los percibidos en la crisis financiera de 2008-2009, consecuencias de las cuales América Latina, y principalmente El Salvador no está exento.

Al haber aclarado esta condicionante, se aborda al empleo como primer tópico y cómo éste podría verse influenciado positiva o negativamente por los cambios tecnológicos, en primer lugar, se observa la participación del sector manufactura en el empleo total, proporción que ha tenido un comportamiento a la baja desde el año 2000 observado en el **gráfico 1**, y se percibe que este comportamiento se mantendrá y pasará de un 18.66% para el año 2000 a un 12.84% para 2028, proporción que podría verse aún más reducida por los efectos del COVID-19. Además, este bajo dato es probablemente influenciado por el fuerte sector servicios predominante en la economía salvadoreña, significando la reducción de la participación manufacturera dentro del mercado laboral global.

Gráfico 1. Empleo del sector Manufactura como proporción del total de empleo (%), en el periodo 2000-2028



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

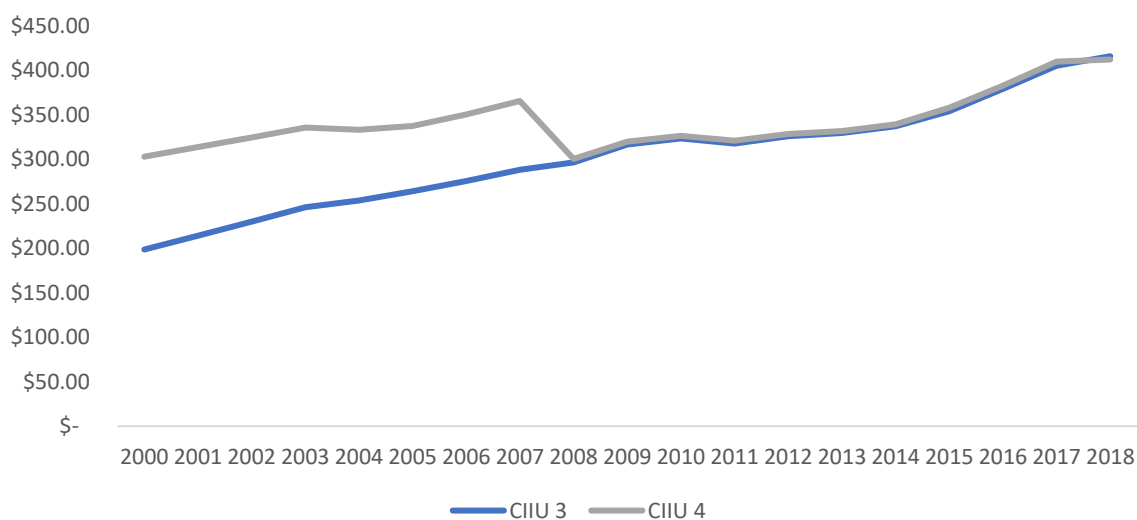
Sin embargo, los trabajadores cotizantes del sector manufactura privado y público van a tender a mantenerse con un cambio mínimo, mostrando poco incentivo por potenciar dicho sector, que es de los mayores creadores de valor agregado (**véase anexo 5**), es decir que los trabajadores formales en manufactura se mantienen sin mayor movimiento. Por tanto, en cuanto a nivel de empleo, de forma general existe una tendencia a disminuir la proporción del empleo manufacturero respecto al total del país, pero el empleo formal del sector no muestra cambios significativos, no obstante, esto puede cambiar debido a los efectos negativos del empleo por el COVID-19.

Por su parte, los salarios medios mensuales cotizables mantendrán el comportamiento al alza, sin ser ésta muy pronunciada, pues con base en la estimación, el salario real promedio del sector para 2018 se ubica entre \$412 y \$416, como se puede observar en el **gráfico 2**, manteniendo el comportamiento registrado en los últimos años. Cabe destacar que en este salario real promedio no se hace distinción de trabajo cualificado y no cualificado, en este sentido, el salario cotizable de la manufactura como un conglomerado mantendrá una tendencia al alza como la que ha presentado desde el año 2000, lo cual podría explicarse por los aumentos del salario mínimo, por cambios en la productividad, o por cualquier política implementada en pro de los trabajadores

de dicho sector, sin embargo el efecto inflacionario hace que estos aumentos no impliquen una mejora.

Es fundamental remarcar que el CIIU 3 contabiliza una menor cantidad de trabajadores, influenciado por el hecho que en 2007 se tuvo el censo de población, lo cual ajustó todas las estadísticas del país, sobre todo aquellas relacionadas con cantidad de personas, asimismo es menos específico en cuanto a las secciones, por este motivo el análisis se hace con base en el CIIU 4 excluyendo el suministro de electricidad, gas, vapor, aire acondicionado, suministro de agua, gestión de desechos y descontaminación, de la sección Industrias manufactureras. Asimismo incluye la reparación de maquinaria y equipo, entre otras (**véase Tabla 1**), brindando así un contraste óptimo con la realidad del empleo dentro de la manufactura salvadoreña.

Gráfico 2. Salarios medios mensuales (reales), del sector Manufactura en dólares, en el periodo 2000- 2018.



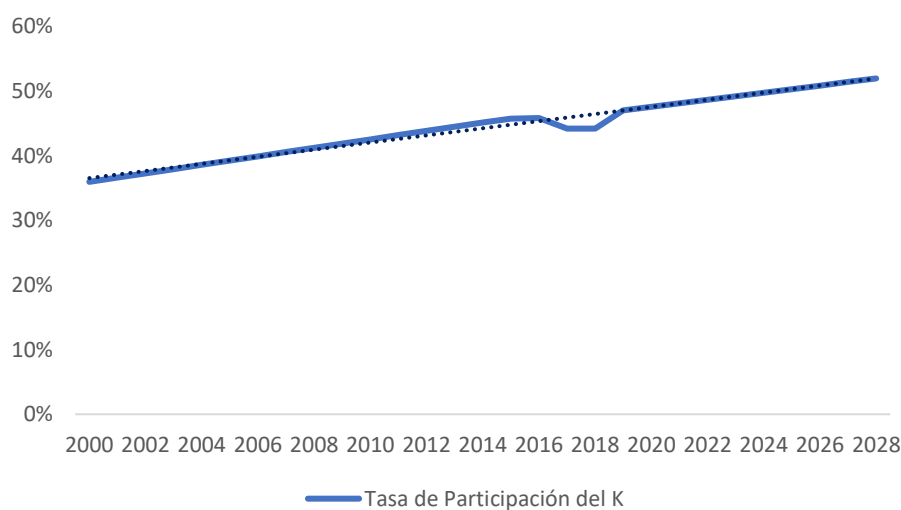
Fuente: Elaboración propia con base en datos del ISSS

En torno a la tecnología, se emplea la tasa de participación del capital, por lo que en el **gráfico 3** se puede observar que posee un valor de 36% para el año 2000, que con el paso de los años ha ido creciendo lentamente, y según la proyección podría llegar hasta un 52% para el año 2028, sin embargo, esta proporción podría verse reducida drásticamente por los estragos del COVID-19, es decir que el cambio tecnológico, basado en capital, sí se ha estado dando a través del

tiempo, y se estima que llegará a mayor alza, no obstante los niveles son bajos, ya que no logra llegar ni al 50%.

En relación a esta proporción, se puede asumir que el sector manufactura no emplea una gran cantidad de tecnología, por lo que la mayoría de sus productos de exportación son de baja tecnología, sumado a esto que la participación del sector manufactura del total de exportaciones de mercadería ha incrementado considerablemente desde el año 2005 a un 78.72% (**véase anexo 6**), y que según la tendencia debería mantenerse con este comportamiento, se puede inferir que las exportaciones de alta tecnología del sector manufactura son una minoría que para los años de estudio en promedio ha estado alrededor del 6.15% del total de las exportaciones de productos de manufactura (**véase anexo 7**).

Gráfico 3. Tasa de Participación del Capital como proxy de Tecnología, en el periodo 2000-2028

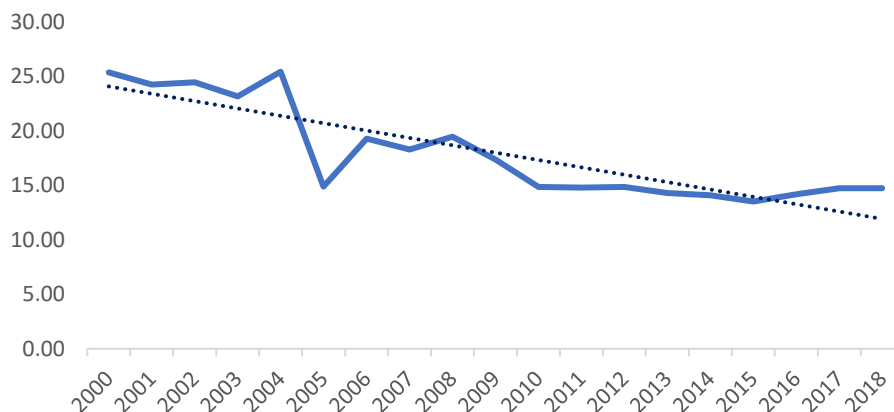


Fuente: Elaboración propia con base en datos del BCR.

Al tomar en cuenta las exportaciones de productos de mediana y alta tecnología como porcentaje de las exportaciones totales del sector manufactura, el valor crece relativamente, sin embargo, no supera el 25 % de participación y con el paso de los años ha ido en declive abruptamente que es observable en el **gráfico 4**, influido posiblemente por la poca inversión en tecnología,

investigación y desarrollo, teniendo este último para el año 2018 un valor menor que 1% como porcentaje del PIB, de apenas 0.19% (véase anexo 8).

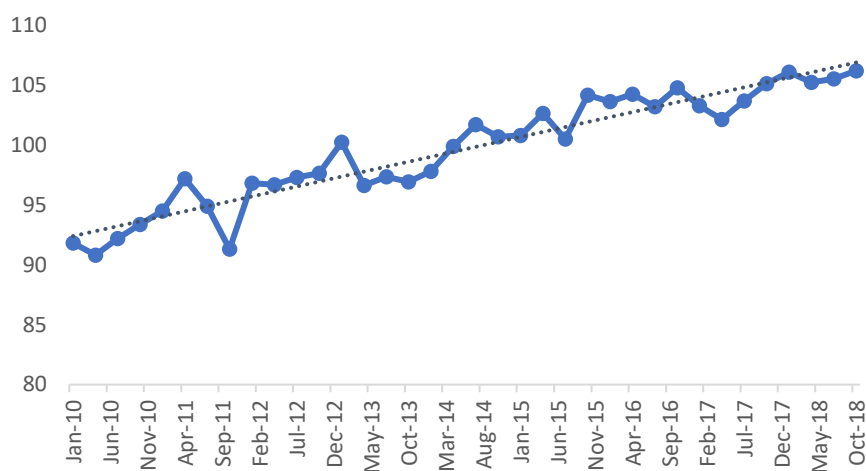
Gráfico 4. Exportaciones de productos de mediana y alta tecnología como porcentaje de las exportaciones totales de productos manufacturados, en el periodo 2000-2018.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del BM

Asimismo, se observa en el **gráfico 5** el Índice de Producción Industrial (IPI), permitiendo analizar a corto plazo la tendencia que muestra en torno a su evolución de la actividad industrial en el país, que para el rango de años del 2010 al 2018 ha tenido un comportamiento al alza muy positivo para la industria salvadoreña, teniendo en promedio un crecimiento para dicho plazo de aproximadamente un 1.90 % con alzas y bajas, impulsado, principalmente, por el sector manufactura, indicador que para la economía salvadoreña es de vital importancia por la relevancia de éste sobre la producción total. Por tanto, en general la producción del sector ha sido positiva a través del tiempo, a pesar de no recibir grandes incentivos.

Gráfico 5. Índice de Producción Industrial (IPI) de El Salvador, en el periodo 2010-2018.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del BCR.

2.2 Modelo de capital, valor agregado y empleo en sector manufactura

Para ahondar en la relación existente entre el empleo y el cambio tecnológico a lo largo del tiempo del sector manufactura, se ha creado un modelo que indica cómo es esta relación y la influencia que existe entre las variables.

Con este fin se implementa un modelo econométrico de regresión lineal (MCO) que indica cómo una variable independiente “x” explica a una variable dependiente “y”. (N. Gujarati & C. Porter, 2010). Así pues, son una representación simplificada, y en símbolos matemáticos, de cierto conjunto de relaciones, en este caso económicas.

Para abordar dicho modelo se tomará como variable dependiente “y”:

Empleo: al empleo como el porcentaje que corresponde al sector manufactura, del total del empleo del país con base en datos de la OIT.

Y las variables independientes “x” que explicarán e influenciarán al empleo, serán:

Capital: con el ratio de capital del sector manufactura (K_p) calculado con base en datos del BCR.

Valor agregado: valor agregado del sector manufactura con respecto al PIB (VA_m) tomada del BM.

La ecuación estaría compuesta, entonces:

$$Empleo = \alpha + B_1(K_p) + B_2(VA_m) + \mu$$

Y=nivel de empleo del sector manufactura, respecto al empleo total del país (Empleo)

X= ratio de capital del sector manufactura (K_p) + valor agregado del sector manufactura (VA_m)

Donde como hipótesis, se espera que el empleo tenga una relación inversa con el ratio de capital y una relación directa con el valor agregado, de tal forma que el empleo en la manufactura reaccionaría inversamente con cambios tecnológicos, en este caso de capital, mientras que la reacción con el valor agregado sería directa.

En primer lugar, es necesario comprobar que las variables son significativas para validar el modelo, en este caso, ambas cumplen dicha condición, pues su probabilidad es menor al 5%, por su parte el t-estadístico en términos absolutos es mayor a 2, reafirmando que las variables son significativas dentro del modelo. Por su parte, el R cuadrado es de 86%, entonces, el modelo está explicado en su mayoría por dichas variables, por lo tanto, es un modelo robusto, y al realizar la prueba de Durbin-Watson es de 1.81, al estar próximo a 2 puede concluirse que no hay presencia de autocorrelación en el modelo.

En cuanto a la prueba de normalidad, el modelo la supera, pues al realizar la prueba el jarque-bera es menor a 5.99, y la probabilidad es superior a 5%, por último, la Kurtosis se aproxima a 3 demostrando la uniformidad del modelo. Por su parte la prueba de heteroscedasticidad es superada, ya que el chi cuadrado es mayor al 7%, por lo tanto, no existe heteroscedasticidad dentro del modelo. Por último, es comprobado que no existe autocorrelación entre las variables ya que la probabilidad de los errores es mayor al 5%. Todo lo anterior resumido en la **tabla 2**.

Tabla 2: Pruebas al modelo LS Empleo contrastado con el ratio capital y valor agregado

<i>Prueba</i>	<i>Valor</i>	<i>Rango</i>
<i>R cuadrado</i>	86.22%	Mayor a 80%
<i>T estadístico</i>	-2.12 y 2.10	Mayor a 2 en valor absoluto
<i>Durbin-Watson</i>	1.81	Cercano a 2
<i>Normalidad</i>	1.5128	Menor a 5.99
<i>Kurtosis</i>	2.7054	Cercano a 3
<i>Heteroscedasticidad</i>	68.51%	Mayor al 7%

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BM y la OIT

Posterior a las respectivas pruebas sabiendo que el modelo es funcional y explicativo, es esencial conocer la relación que existe entre las variables, en este caso: empleo, ratio de capital y valor agregado. En el **anexo 13** se pueden observar la salida de regresión de las variables, lo cual permite ejecutar el análisis.

Según ello, se puede observar que al aumentar en 1% la participación de capital, el nivel de empleo se vería impactado negativamente disminuyendo en un 13.71% aproximadamente, en el período 2000-2018, debido a la relación inversa entre variables. Entonces, se comprueba la hipótesis que el empleo es afectado negativamente si el ratio de capital aumenta, por lo tanto, existe un posible desplazamiento de la mano de obra por el capital empleado en la manufactura, debido a la relación inversa, si en un caso disminuyera el ratio del capital, la cantidad de mano de obra en este sector aumentaría, pero los datos muestran que el capital aumenta.

Entonces, podría decirse que el efecto del capital efectivamente ocasiona un desplazamiento, el cual es respaldado tanto por autores pesimistas como optimistas. Por ejemplo, en el lado optimista, Acemoglu y Restrepo (2017), mencionan que son diversos los efectos por automatización, y que el capital, en primera instancia, genera un efecto de desplazamiento, pero posterior existe un efecto restablecimiento, donde aumenta la demanda de mano de obra, empleo y salarios, en el caso de la manufactura en el país, se observa que la tendencia del empleo aún no muestra alzas en la mano de obra, no obstante, los salarios medios sí.

Al otro extremo están los autores pesimistas Berg et al. (2018), quienes consideran que la automatización genera crecimiento, a costa del desplazamiento, desigualdad, y ello puede tardar en contrarrestarse hasta generaciones. El marco temporal de análisis de este estudio no permite comprobar si al largo plazo este desplazamiento genera desigualdades profundas en el sector manufactura, no obstante, en este período, con un punto porcentual que aumente el capital, el empleo cae en un 13.71%.

Por otro lado, al abordar la producción, si se aumenta en 1% el valor agregado de la manufactura, el nivel de empleo se vería incrementado en un 6.12%, comprobándose, entonces, la relación directa entre el valor agregado y el empleo de la manufactura, sin embargo, es más fuerte el efecto del ratio del capital que la producción neta sin insumos intermedios del sector. Entonces, podría decirse que una variación en el capital resulta más profundo en el nivel de empleo que modificaciones en la producción manufacturera, estando la mano de obra expensa a los efectos del cambio tecnológico.

Igualmente, no se debe dejar de lado que el empleo del sector manufactura puede ser influenciado por otras variables exógenas que no se encuentran en este modelo, no obstante, se conoce que el efecto de éstas es de un 11.52% sobre el empleo, siendo aún más alto que el efecto del valor agregado. Entonces, en el sector manufactura del país, a pesar de que la producción aumente y exista un crecimiento del sector paulatinamente (**gráfico 5**), el empleo no aumentará en gran medida, no obstante, sí lo hace de forma negativa con crecimientos en el ratio de capital.

Asimismo, con el objetivo de realizar un comparativo del modelo MCO con respecto al modelo econométrico lineal generalizado (MLG), el cual indica cómo una variable independiente “x” explica a una variable dependiente “y”, mediante la transformación de la variable respuesta, con una distribución binomial de gran utilidad para proporciones y datos de presencia-ausencia (Parra F., 2017), se hizo un modelo (MLG) con las variables utilizadas en el modelo (MCO), en donde las relaciones entre las variables y los coeficientes resultaron ser exactamente igual al modelo (MCO) (**véase anexo 14**), esto con el fin de reforzar la veracidad de los resultados.

Por tanto, del modelo se rescata que el empleo y el ratio de capital, efectivamente, tienen una relación inversa, contrario a la relación con el valor agregado, donde la relación es directa, sin embargo, es más fuerte el efecto del ratio del capital sobre el empleo, que la misma producción.

En consecuencia, según la teoría de Acemoglu y Restrepo (2017), sí podría existir un efecto desplazamiento a partir de la implementación de tecnología, el efecto restablecimiento no es del todo comprobable porque se requiere una muestra a largo plazo, ahondar más en las habilidades de los trabajadores para comprobar lo que Acemoglu (2002) indicaba, que la automatización se dirige a un sesgo por habilidades, lo cual es posible a través del siguiente modelo de datos panel.

2.3 Modelo datos panel trabajo administrativo y operario sector manufactura

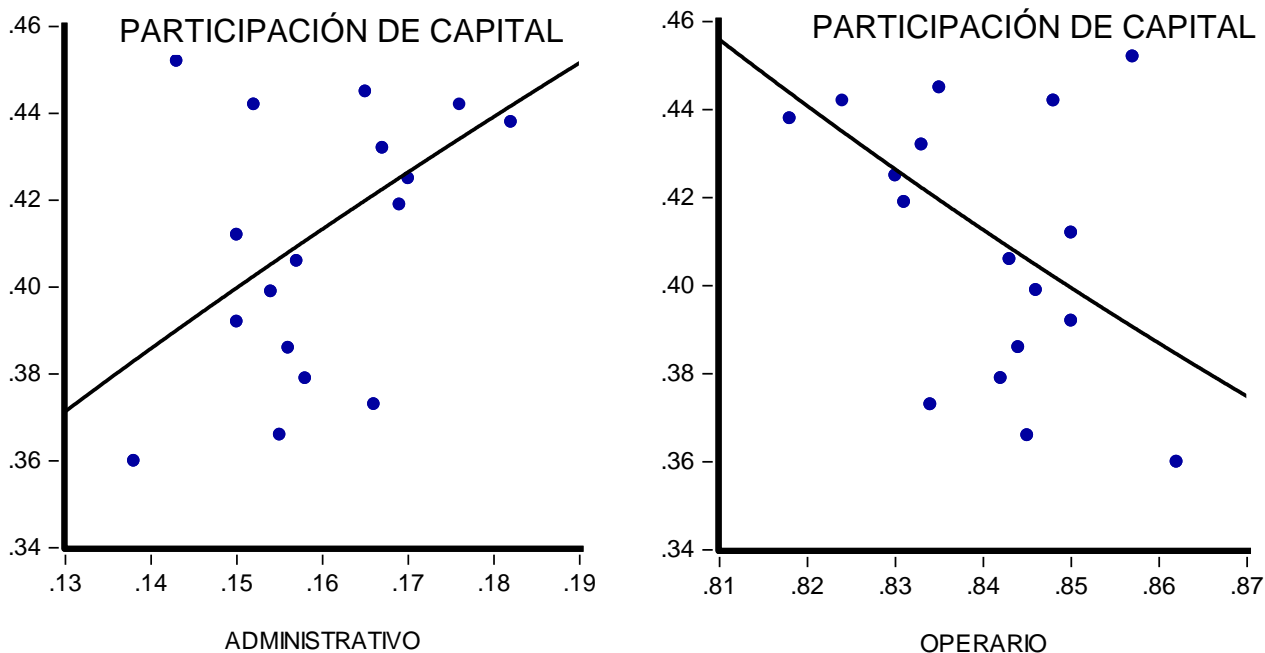
A partir de un modelo econométrico (MCO), se analiza el efecto que genera el ratio de participación de capital del sector manufactura con respecto al nivel de empleo del sector manufactura, diferenciándose con el modelo anterior, ya que se ha realizado una segmentación en trabajadores administrativos y operarios con el fin de conocer los diferentes efectos que genera la participación de capital en los trabajadores según sus funciones, por lo tanto, se presenta el siguiente sistema de ecuaciones:

$$1) \textit{Administrativo} = \beta_1 - \beta_2 K_p$$

$$2) \textit{Operativo} = \beta_1 - \beta_2 K_p$$

A diferencia del modelo anterior, este modelo econométrico se basa en un análisis de datos panel, lo cual es un tipo de datos combinados de sección cruzada y series de tiempo, que toma una muestra de individuos para un periodo determinado de tiempo, generando así múltiples observaciones puntuales para cada unidad económica, permite analizar muchos temas económicos en un solo modelo en años determinados.

Gráfico 6. Efecto del ratio de participación capital de la industria manufacturera en los trabajadores administrativos y operarios del sector manufactura en El Salvador, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos obtenidos del BCR y DIGESTYC

En el **gráfico 6** se realiza una investigación transversal de la evolución del nivel de empleo del sector manufactura en El Salvador, el cual involucra los trabajadores administrativos y operarios en el periodo 2000-2018, con el objetivo de comparar los efectos que se generan en los trabajadores administrativos con respecto a los trabajadores operarios.

Se llega al resultado que en el periodo 2000-2018, los trabajadores administrativos del sector manufactura, ante un aumento de un 1 % de la participación de capital, los trabajadores administrativos se han aumentado en 18% (**véase anexo 15**), asimismo tal y como se demuestra en el **gráfico 6**, la pendiente determina que los trabajadores administrativos tienen una relación directa con la participación de capital, es decir que ante cualquier variación positiva de la participación de capital del sector manufactura, los trabajadores administrativos crecerán, sin embargo este aumento dependerá del aumento en la participación de capital.

Tal y como establece Violante (2008; citado en OMC, 2017), quien desarrolla ciertas relaciones complementarias entre las TIC y las cualificaciones laborales, determinando que el descenso del precio relativo constante de las inversiones en bienes de equipo, en particular en la esfera de las TIC, fomenta el uso de bienes de equipo en los procesos de producción, en donde los

trabajadores cualificados resultan menos perjudicados por las perturbaciones que originan los grandes cambios tecnológicos, ya que les resulta más fácil adquirir los conocimientos adicionales necesarios para adoptar una nueva tecnología, lo cual se logra demostrar a partir de los trabajadores administrativos, volviéndose complementarios con la participación de capital del sector manufactura de El Salvador, asumiendo entonces, que los trabajadores administrativos tienen cierto grado de educación cualificada que los hace complementarse con el capital.

En el caso de los trabajadores operarios, se llega a un resultado contrario, tal y como se muestra en el **gráfico 6**, la pendiente determina que los trabajadores operarios tienen una relación indirecta con la participación de capital del sector manufactura, por lo tanto, ante un aumento de un 1% de la participación de capital del sector manufactura, los trabajadores operarios del sector manufactura se ven reducidos en 18% en el periodo 2000-2018 (**véase anexo 16**).

Por lo tanto, el efecto que genera la participación de capital en los trabajadores operarios se ve reflejado en la teoría mencionada por la OMC (2017), que los trabajadores cualificados tienden a utilizar de manera más intensiva y productiva las TIC en relación con los no cualificados, afectando en mayor grado la automatización a las actividades tradicionales, tomando a los trabajadores operarios como menos cualificados que los administrativos. Asimismo, está el aporte de Brynjolfsson y McAfee (2013), considerando que el cambio tecnológico genera una mayor demanda relativa del trabajo más cualificado mientras que se reduce, e incluso, elimina el trabajo poco cualificado, llamándose a ello el sesgo por habilidades que Acemoglu (2002) teorizaba, por tanto, se presenta un comportamiento donde la cualificación y tipo de trabajo sí es un factor que desplazaría trabajadores en el sector manufactura salvadoreño.

Cabe mencionar que en ambos modelos las variables son significativas con una probabilidad menor al 5%, el cual se comprueba con un t estadístico mayor a 2 en términos absolutos para ambos modelos, y a su vez no existe autocorrelación, ya que en ambos se obtienen un Durbin Watson aproximado a 2, por lo tanto, el modelo es válido (**véase anexo 15 y 16**).

De igual forma, se hizo un modelo lineal generalizado (MLG) con las variables utilizadas en el modelo cuadrados ordinarios (MCO), con el fin de contrastar los datos, en el cual, las relaciones entre las variables y los coeficientes resultaron ser exactamente iguales entre ambos modelos (**véase anexo 17 y 18**).

A partir de los resultados anteriores, se puede establecer que el nivel de empleo en el sector manufactura depende de la participación del capital, y que existen efectos diferenciados a partir del tipo de trabajo (administrativo u operario) que contrate el sector, asimismo es importante

mencionar que en el periodo 2000-2018, alrededor del 80% de los trabajadores son trabajadores operarios, y únicamente un 20% son trabajadores administrativo, con datos obtenidos de la DIGESTYC (2020), ello muestra una similitud con lo señalado por Rodríguez et al. (2016), quienes en su estudio en la manufactura mexicana encontraron disminución en lo administrativo y un aumento en lo operario, sin embargo la diferencia está con que la tecnología en este sector mexicano es más complementaria con el trabajo operativo, con procesos intensivos en mano de obra poco cualificada, contrario a lo que sucede con los trabajadores operarios en El Salvador, donde según el **gráfico 6** efectivamente la tecnología los desplaza, apoyándose entonces la tesis de Acemoglu (2002), quien indica el sesgo hacia las habilidades, donde los cambios tecnológicos favorecen a los más cualificados. Los resultados en este modelo panel salvadoreño muestran que efectivamente el cambio en el ratio de capital afecta al nivel de empleo según tipo de trabajo.

Por lo tanto, mientras se mantenga la misma estructura en el sector manufactura, el empleo operario se verá reducido a medida que aumente la participación de capital, y lo contrario con el empleo administrativo, tal y como se demuestra en el modelo panel, pero al ser el sector operario el mayoritario en el sector manufactura salvadoreño, se deduce un estancamiento en el cambio tecnológico, no existen innovaciones sustanciales que hayan cambiado esa estructura entre operarios y administrativos, estancando, entonces, la modernización tanto del proceso productivo, como la capacitación de sus trabajadores, para volverlos más hábiles y que no sean susceptibles a los cambios tecnológicos de capital.

2.4 Comparación sector manufactura El Salvador respecto a América Latina y El Caribe, y Estados Unidos

Se ha realizado un análisis sobre el contexto del sector manufactura y la relación con respecto al efecto de la tecnología en el nivel de empleo de este sector en el país, ahora bien, es importante realizar un análisis comparativo desde una perspectiva internacional. En un primer punto, es necesario analizar las exportaciones del sector manufactura con respecto a la región latinoamericana, por su aproximación de contexto, y Estados Unidos, debido a ser uno de los referentes en tecnología e industrialización.

Las exportaciones de tecnología media y alta, medida como porcentaje de exportaciones de manufacturas, representan una proporción mayor con respecto a las exportaciones de alta tecnología del sector manufactura, tanto para El Salvador como para Estados Unidos durante

todo el periodo analizado (**véase anexo 19 y 21**), asimismo es importante mencionar que en ambos países las exportaciones de tecnología media y alta, tiende a una disminución. Sin embargo, es importante denotar que las exportaciones de alta tecnología son productos que tienen intensivo desarrollo e investigación, y en este caso, Estados Unidos se encuentra muy adelante de El Salvador, incluso de América Latina y El Caribe, ya que en el **anexo 9** se logra observar que el gasto en investigación y desarrollo como proporción del PIB es mucho más superior, por lo que las exportaciones de alta tecnología del sector manufactura son notablemente más altas en Estados Unidos.

Igualmente, es importante denotar que El Salvador, comparado a América Latina y El Caribe, así como con Estados Unidos, es el que menos exportaciones de alta tecnología del sector manufactura tiene, así como el que menor gasto en investigación y desarrollo como proporción del PIB, por lo que la automatización y cambios tecnológicos no están siendo promovidos de gran manera, siendo un aspecto negativo para la productividad. Según la OMC (2017), ya que la tecnología complementa a los trabajadores y genera aumentos en productividad y bajas en los costos de producción.

Estados Unidos es uno de los referentes en la industrialización, y a pesar de que las exportaciones de tecnología de alta y media, medida como porcentaje de las exportaciones de manufacturas, tienden a disminuir, representan para el año 2018 un 63.5% de las exportaciones de manufacturas (**véase anexo 21**), siendo uno de los mayores exportadores de bienes de capital en el mundo, demostrándose con lo anterior mencionado de sus gastos en investigación y desarrollo.

Ahora bien, es importante analizar el peso que tienen las exportaciones de manufactura con respecto al porcentaje total de exportaciones de mercadería desde una perspectiva internacional, en El Salvador este indicador representa para el año 2018 alrededor del 76.8% de las exportaciones totales (**véase anexo 22**), para Estados Unidos las exportaciones de manufactura representan el 60% del total de las exportaciones (**véase anexo 24**) y para América Latina, incluyendo El Salvador, representa un 46.9 % para el año 2018 (**véase anexo 23**).

A pesar que las exportaciones de manufacturas para El Salvador son mayores con respecto al porcentaje que representan las exportaciones de manufactura de Estados Unidos, éstas son en mayor medida a través de productos básicos, tal y como indica PROESA (2020), entre los productos con mayor grado de exportación del sector manufactura son prendas de vestir, plásticos y productos de la industria de metal, caso contrario, las exportaciones de manufacturas

de Estados Unidos son en mayor medida de bienes no comunes que requieren alto grado de tecnología.

Esto significa que el sector manufactura de Estados Unidos demanda mayores habilidades de cualificación en sus trabajadores, mientras que El Salvador en menor medida, existiendo, entonces, un efecto desplazamiento mayor en Estados Unidos, ya que según Acemoglu y Restrepo (2018), la industria manufacturera de 1987 a 2017 ha presentado una fuerte disminución de mano de obra, explicándose por el sesgo de las habilidades, mientras que en El Salvador no ha existido un fuerte efecto desplazamiento, ya que los trabajadores se mantienen, no obstante el modelo panel demuestra que existen tendencias hacia el sesgo por habilidades entre operarios y administrativos.

Asimismo, se vuelve interesante conocer el peso de la industria de media y alta tecnología sobre el valor de fabricación total en cada país, lo cual se logra analizar a partir del indicador de industria media y alta tecnología, incluyendo la construcción, como porcentaje del valor añadido de fabricación, en la cual para El Salvador representa un peso constante a lo largo del periodo alrededor del 20%, mientras que para Estados Unidos el peso de la industria de media y alta tecnología sobre el valor de fabricación total para el año 2000 representó un 51%, y para el año 2018 un 46.9%, (**véase anexo 31**), es decir que en todo momento el peso industrial que tiene Estados Unidos ha sido mayor que el salvadoreño.

Por otra parte, es preciso comprender sobre la estructura de producción de los sectores económicos más importantes de El Salvador con respecto a la región de América Latina y Estados Unidos, partiendo del índice de valor agregado respecto al PIB, El Salvador a lo largo del periodo analizado 2000-2018, el sector industrial, compuesto únicamente por el sector manufactura, el sector servicios, y agricultura, mantienen un crecimiento cuasi constante en todo el periodo (**véase anexo 25**), denotando bajos incentivos productivos en sus sectores más fundamentales.

De igual manera, sucede en el caso de América Latina y Estados Unidos, el valor agregado que generan respecto al PIB en los tres sectores mencionados, se mantiene constante a lo largo de todo el periodo (**véase anexo 26 y 27**). Sin embargo, tanto en El Salvador, América Latina como en Estados Unidos, el sector de servicios es el que mayor valor agregado genera respecto al PIB, aproximadamente representa el 60%, estando muy por encima de los otros sectores, por lo que las economías en las últimas décadas han tendido a la terciarización, en este sentido, incluso

el sector servicios se ve afectado por las innovaciones tecnológicas, ya que según la OMC (2017), no se limita a un ámbito específico.

No obstante, Frey y Osborne (2013), indican que el sector servicios es menos susceptible a la computarización, generándose mayor flexibilidad y adaptabilidad, e incluso, señalan que los trabajadores de sectores más automatizados, como la manufactura, pueden terminarse trasladando a sectores más flexibles como servicios, siendo la explicación de por qué en El Salvador la terciarización ha sido una vía cómoda para generar ganancias, ya que las inversiones en capital no son profundas.

En el caso del sector manufactura y su valor agregado respecto al PIB, en El Salvador ha ido decreciendo levemente a lo largo del periodo, representando un 20% para el año 2000 y aproximadamente un 16% para el año 2018 (**véase anexo 25**), de igual manera sucede para Estados Unidos y América Latina y el Caribe, presentan una tendencia a la baja, (**véase gráfico 26 y 27**), sin embargo lo peculiar es que El Salvador para el año 2018 representó un mayor valor agregado respecto al PIB, al compararse con América Latina 12.8% y Estados Unidos representó un 11%, denotándose un mayor incentivo para este año en la producción manufacturera.

Por último, el sector de agricultura y su valor agregado respecto al PIB, representa menos del 10% a lo largo de todo el periodo analizado, lo cual para el caso de Estados Unidos es debido a su estructura económica, y depende en mayor medida del sector de servicios, así como de las exportaciones de bienes con cierto grado tecnológico, pero en el caso de América Latina y El Caribe, incluyendo El Salvador, es un problema, ya que históricamente son exportadores de *commodities* y generan poco valor agregado, a pesar de tener salarios relativamente bajos con respecto a los salarios de los Estados Unidos.

Es fundamental remarcar que, según Zeira J. (1998), los países con salarios más bajos adoptan menos tecnología, ya que adoptar nuevas tecnologías requiere minimizar cantidad de trabajadores y más capital, siendo poco viable cuando los salarios son bajos, pero así es también la productividad.

Luego de conocer esto, es importante analizar la productividad media por trabajador en los sectores anteriormente mencionados, en el caso de El Salvador, para el año 2000 la productividad media por trabajador representaba 8,200 dólares constantes de los Estados Unidos en el sector servicios y 7,600 dólares constantes para el sector industrial, sin embargo a partir del año 2005 la productividad por trabajador industrial superó al sector servicios, representando

para el año 2018 un valor agregado de 9,500 dólares constantes, mientras que el sector de servicios representó 8,500 dólares constantes **(véase anexo 28)**.

Esto se explica debido a que el sector servicios con el tiempo fue saturándose de personas, eso provoca caídas en la productividad ya que una unidad adicional por trabajador no generará lo mismo por la saturación, mientras que en la manufactura los trabajadores se han mantenido, y se generan transformaciones de materia prima, creando mayor productividad con el tiempo.

No obstante, otra posible explicación con respecto a tal aumento en productividad es a partir de lo que la OMC (2017) indica, donde al aumentar la tecnología en los procesos productivos, en este caso el aumento en el ratio de capital **(véase gráfico 3)**, se da un aumento en la productividad, complementándose con la teoría de Acemoglu y Restrepo (2017), quienes indican que la automatización genera un efecto positivo en la productividad, llamado “efecto productividad”, con menores costos de producción.

En el caso de los Estados Unidos se presenta una tendencia similar a la de El Salvador, tanto del sector industrial y servicios, presentando una productividad por trabajador similar en ambos sectores, representando para el año 2018 alrededor de 106,000 dólares constantes por trabajador en ambos sectores, superando en gran medida el valor agregado por trabajador en todos los sectores de El Salvador **(véase anexo 30)**, ello puede explicarse por todo lo anterior, donde el capital utilizado es mayor, por lo que caen los costos de producción y, efectivamente, la productividad de sus sectores es mayor.

Por otro lado, América Latina a lo largo de todo el período representa una productividad media por trabajador mayor en el sector industrial, seguida por el sector de servicios, y por último el sector de agricultura **(véase anexo 29)**, de igual manera sucede en El Salvador y Estados Unidos, el sector de agricultura es el que presenta menor productividad media por trabajador, siendo entonces, los menos cualificados los menos pagos, además de que al ser un sector donde el capital no se involucra en gran medida, la productividad es menor. Sin embargo, podría explicarse mejor por el hecho de la baja cualificación y habilidades de los trabajadores en agricultura, ya que según Acemoglu y Restrepo (2018), la productividad puede ser lenta por la escasez de aptitudes o una excesiva automatización, en este sentido, la automatización no es el caso de la agricultura en la región.

Por tanto, al comparar El Salvador con la región de América Latina y el Caribe, las cifras en cuanto al sector manufactura, parecieran ser alentadoras, ya que el diferencial no es tan grande y las tendencias se mantienen, pero al comparar El Salvador con Estados Unidos, las cifras son

totalmente diferentes, ya que este país es uno de los creadores, y a su vez, una potencia en el sector industrial a nivel mundial, país que abiertamente ha invertido capital para desarrollar tecnología e industria, mientras que El Salvador muestra cierto estancamiento, no obstante, existe un aumento en la productividad por trabajador, en comparación a servicios, lo cual podría ser explicado por los aumentos en el ratio capital en el tiempo, así como por la saturación de los servicios. No obstante se debe tener en cuenta que la productividad del sector manufactura continúa estando estancado en los últimos años.

En El Salvador, según la teoría de Acemoglu y Restrepo (2018), es mayor el efecto productividad que el efecto desplazamiento, ya que los trabajadores no han presentado un desplazamiento profundo, esto se debe a que la entrada de capital y tecnología no ha sido pronunciada como para observar un desplazamiento, asimismo la productividad positiva puede estarse dando por el movimiento de trabajadores entre sectores, marcándose un rezago tecnológico en el país.

3 ¿LAS MUJERES TIENEN ALGUNA OPORTUNIDAD LABORAL DENTRO DE LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS DEL SECTOR MANUFACTURA SALVADOREÑO?

En este apartado se busca poner al centro del análisis el efecto de la automatización en las mujeres, desde un análisis comparativo de hombres y mujeres, ya que históricamente han sido invisibilizadas a nivel laboral, y su inclusión ha significado luchas y movimientos organizados, entonces, ahora las mujeres laboralmente se enfrentan a un nuevo contexto y retos frente a la tecnología.

En primer lugar, se abordan teóricamente las consecuencias que puede traer el cambio tecnológico en las mujeres dentro del mercado laboral, desarrollando la teoría desde lo general hasta el caso salvadoreño. En este sentido, el capítulo culmina con un análisis cuantitativo de tendencias a partir de los datos sobre el empleo comparando la situación de mujeres y hombres en el sector manufactura salvadoreño.

3.1 Aborde teórico de la situación de las mujeres frente al cambio tecnológico

La participación de la mujer en el mercado laboral, además de su avance en la sociedad, trae consigo grandes beneficios, por ejemplo, el FMI (2017; citado en Brussevich et al., 2018) indica que impulsa a mayor productividad, crecimiento económico, se reduce la desigualdad de ingresos y se fortalece la recuperación económica. Sin embargo, todos los progresos significativos de la mujer en el mercado laboral pueden verse negativamente afectados si ellas son las más sobrerrepresentadas en los sectores de empleo con mayor riesgo ante el cambio tecnológico.

Teóricamente se aborda la vulnerabilidad que tienen las mujeres respecto al desplazamiento por la tecnología, en este sentido, los hallazgos que Brussevich et al. (2018) encuentran sobre ello son fundamentales, ya que describen que las mujeres realizan tareas más rutinarias¹⁴ que los hombres en todos los sectores y ocupaciones, por lo que están más propensas a los efectos de la automatización, teniendo en cuenta que el estudio se basa en 30 países: 28 miembros de la OCDE, Chipre y Singapur.

¹⁴ Los autores (Brussevich et al., 2018), definen que son trabajos con una mayor proporción de tareas que pueden realizarse siguiendo un conjunto de reglas definidas, fácilmente codificables y más susceptibles a la automatización.

Los factores que generan esta vulnerabilidad son múltiples, pero uno de ellos es la baja representatividad que tienen las mujeres en sectores de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, donde se fomentan aptitudes que paulatinamente son complementarias con las tecnologías que surgen, igualmente, los empleos sobrevivientes probablemente exijan mayor tecnicidad y capacidades cognitivas. No obstante, Brussevich et al. (2018), indican que pueden existir crecimientos de empleo en sectores donde tradicionalmente predominan las mujeres, como la educación, servicios de salud y servicios sociales, igualmente, la digitalización puede generar mayor flexibilidad en el trabajo, lo que termina beneficiando a las mujeres.

Es importante el reconocimiento que las mujeres realizan mayores tareas rutinarias, ya que según Brussevich et al. (2018), muchos trabajos que son tareas rutinarias de baja y media cualificación se encuentran actualmente en procesos de eliminación por la misma automatización del ahorro de mano de obra e inteligencia artificial; entonces, las mujeres realizan menos tareas que requieren análisis o abstracciones complejas y están siendo afectadas por ello. Incluso, Brussevich et al. (2018) indican que el nivel de rutina y el uso de las TIC es mucho menor en los países y sectores donde la fuerza laboral de las mujeres es mayor.

Es mayormente proporcional la fuerza de trabajo femenina con alto riesgo de automatización que la masculina, con un 11% frente a un 9% respectivamente, con 26 millones de puestos de trabajo femeninos en juego en los países analizados. En perspectiva, las trabajadoras que tienen mayor edad y menor nivel educativo, así como las que ocupan puestos administrativos, de servicios y ventas, están exponencialmente expuestas a la automatización (Brussevich et al., 2018).

La inclinación de las mujeres hacia el trabajo rutinario representa una disparidad de género laboralmente, y según Brussevich et al. (2018), el principal impulsor de ello es el tipo de tareas que realizan las mujeres y los puestos de trabajo dentro de las ocupaciones, existiendo una desigualdad en la distribución de estas últimas.

En consecuencia, como en los capítulos anteriores se ha indicado, la automatización crea un sesgo de habilidades y demanda de mayor cualificación, reduciendo así los salarios relativos de los trabajos rutinarios, por tanto, existe la probabilidad que los ingresos de las mujeres caigan por las ocupaciones que en su mayoría ejecutan.

Es fundamental señalar que tanto hombres como mujeres jóvenes se pueden ver negativamente afectados por la automatización, ya que, si las nuevas tecnologías exigen mayor cualificación, son los y las jóvenes que tendrán menor tiempo de preparación, sin embargo, las mujeres de 40

años o más, corren un riesgo significativamente mayor, según Brussevich et al. (2018) respecto a la tecnología.

Por otro lado, el riesgo de un desplazamiento provocado por la automatización se reduce cuando existe mayor cualificación, siendo un grupo desfavorecido el de las mujeres con un nivel de educación secundaria inferior, con un 50% en riesgo de ser desplazadas (Brussevich et al, 2018); también, se denota que las PYMES tienen una desventaja frente al cambio tecnológico en comparación con los trabajadores de grandes empresas, esto podría ser alarmante para el caso de El Salvador, donde según CONAMYPE (2018), el 61.45% de MYPES son propiedad de mujeres.

Cabe destacar que el impacto es distinto para hombres y mujeres, un ejemplo de ello es que Hawksworth, Berriman y Goel (2018; citados en Brussevich et al., 2018) señalan que las trabajadoras podrían verse más afectadas por la automatización en el próximo decenio, no obstante, los empleos masculinos podrían correr mayor riesgo a largo plazo por la naturaleza del cambio tecnológico.

En resumen, el cambio tecnológico significa mayor vulnerabilidad y riesgo para el trabajo de las mujeres, ya que se enfrentan al posible desplazamiento y a la caída relativa de sus salarios, debido a la predominancia de actividades rutinarias, a la baja participación en trabajos cognitivos y de análisis, a la poca representación en cargos gerenciales, y si son mayores de 40 años con bajas cualificaciones; culminando todo en las diferencias de elección de ocupación y las características del trabajo dentro de las ocupaciones.

Por otro lado, CEPAL (2019) señala que las tecnologías digitales tienen lo necesario para ser potenciadores de la igualdad de género, si se saben aprovechar de manera correcta, y así crear un cambio estructural con igualdad. En América Latina, es muy clara la ausencia de políticas coherentes que vayan encaminadas hacia la económica digital, lo que provoca el riesgo de acentuar la baja diversificación productiva y de servicios y, al mismo tiempo, resaltar los nudos estructurales de la desigualdad de género.

Es por esta razón que se le debe de tomar importancia a las nuevas innovaciones lideradas por la industria 4.0, ya que según CEPAL (2019), ésta ofrece la oportunidad para desarrollar un cambio estructural con igualdad desde una perspectiva de género, logrando que se dé la generación de nuevos empleos para las mujeres a través de la transformación, diversificación y creación de nuevas actividades económicas.

Según la CEPAL (2019), existen dos tendencias definidas que son generadas por la difusión y el uso de las nuevas tecnologías en las empresas y en los sistemas de producción que tienen un impacto directo en el mercado laboral. Una de ellas es la economía de plataforma, que se encuentra ligadas a la formulación de modelos de negocios de plataformas digitales. También, se encuentra la aceleración de los procesos de automatización, que es la que compete estudiar, aunque ambas tendencias generan la adopción de las nuevas tecnologías de la industria 4.0, la automatización es aquella que hace las mejoras en la productividad, ganancia de eficiencias y la disminución de costos.

Dentro de la adopción de las nuevas tecnologías existe una brecha digital de género que según la CEPAL (2019) amenaza con la participación igualitaria en los nuevos empleos. Basco A, et al. (2018), consideran que el avance tecnológico representa un reto adicional para las mujeres debido a la persistente desigualdad de género en el ámbito laboral que existe en la región, la cual se basa en una serie de estudios que establecen que, en comparación con los hombres, las mujeres latinoamericanas tienen una menor participación en la fuerza laboral, enfrentan mayores tasas de desempleo y dedican más horas al trabajo no remunerado, con lo cual enfrentan mayor inestabilidad laboral, tienen menor cobertura de seguridad social y perciben ingresos más bajos.

En lo que compete con el acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), dentro de la región se observan brechas digitales de género en cuanto a la intensidad y los objetivos de uso, así también, en lo que se refiere a la adquisición de habilidades tecnológicas lo que puede dejar a muchas mujeres excluidas dentro de estos nuevos procesos productivos (CEPAL, 2019).

Los Estados se ven en la necesidad de crear políticas que logren impedir que el ámbito del empleo se polarice, que las brechas de género y socioeconómicas se amplíen debido a la implementación de nuevas tecnologías, ya que para CEPAL (2019), las personas en situación de pobreza, en donde se cuenta con una mayor concentración de mujeres, se ven amenazadas por la falta de acceso a servicios tecnológicos, dificultad con la conectividad, y en muchos casos no cuentan ni con acceso a energía eléctrica, lo que las convierte en personas con extrema vulnerabilidad a esta nueva economía dependiente de la tecnología y quedarán excluidas de las nuevas oportunidades.

Se debe enfatizar que la reconfiguración de las estructuras económicas debido a la revolución tecnológica puede significar una importante oportunidad para que las mujeres de la región logren

una participación más igualitaria dentro de los procesos productivos. Asimismo, si estas transformaciones no van acompañadas desde una perspectiva de género, los cambios generarán efectos negativos, logrando que las mujeres no aprovechen las nuevas oportunidades, inclusive pueden presentarse escenarios para las mujeres, en donde su inserción laboral en empleos decentes sea muy riesgosa y quedar excluidas de los beneficios de los nuevos empleos tecnológicos (CEPAL), 2019).

Por otro lado, (UNIDO, 2019; citado en ORMUSA, 2019) enuncia que existen hipótesis sobre los impactos que provocaría la revolución tecnológica en las desigualdades de género. Una de estas hipótesis se da a través del empleo, donde se espera que el resultado dependerá del actuar de los sectores en cómo se generarán o desaparecerán los empleos, y es ahí en donde los sectores pueden incorporar a las mujeres en las nuevas tecnologías donde normalmente no han tenido mucha participación como, por ejemplo, la construcción o la agricultura. Al mismo tiempo, se pueden aumentar las oportunidades en sectores donde las mujeres siempre han tenido una mayor participación, que son los ámbitos de la salud o el cuidado.

Pero puede existir un efecto negativo si no se utilizan las oportunidades laborales que brindan las nuevas tecnologías de manera efectiva, pueden seguir persistiendo segregaciones laborales en ocupaciones donde las mujeres no se han visto bien representadas, especialmente en ocupaciones que requieren mayor cualificación, como las áreas numéricas y matemáticas. De igual forma, se podrían perder empleos en ocupaciones de cualificación intermedias en donde existe un gran número de mujeres empleadas (UNIDO, 2019; citado en ORMUSA, 2019).

Según la CEPAL (2019), la industria del software en los últimos años ha sido liderada por Estados Unidos, India y Japón, estableciendo cadenas globales de valor del software, lo que ha dado entrada a la internacionalización de la industria de los servicios de las TIC, pero al mismo tiempo, no se logra observar un aumento de las participaciones de las mujeres en dicha industria con la misma velocidad que ha incrementado el sector.

El empleo dentro del sector de las TIC en América Latina no ha tenido un gran crecimiento. Para el empleo masculino solamente representa el 1.6% del empleo total y un 0.9% en el empleo femenino y, como dato de suma importancia se observa que existe una creciente brecha salarial de género en los empleos del sector que es mayor que otros sectores económicos, este es de 17% frente a un promedio ponderado de 8% de los sectores (CEPAL, 2019).

El hecho que los procesos de automatización, gracias a la industria 4.0, se vean acelerados requieren transformaciones laborales en aquellos sectores económicos en donde existan

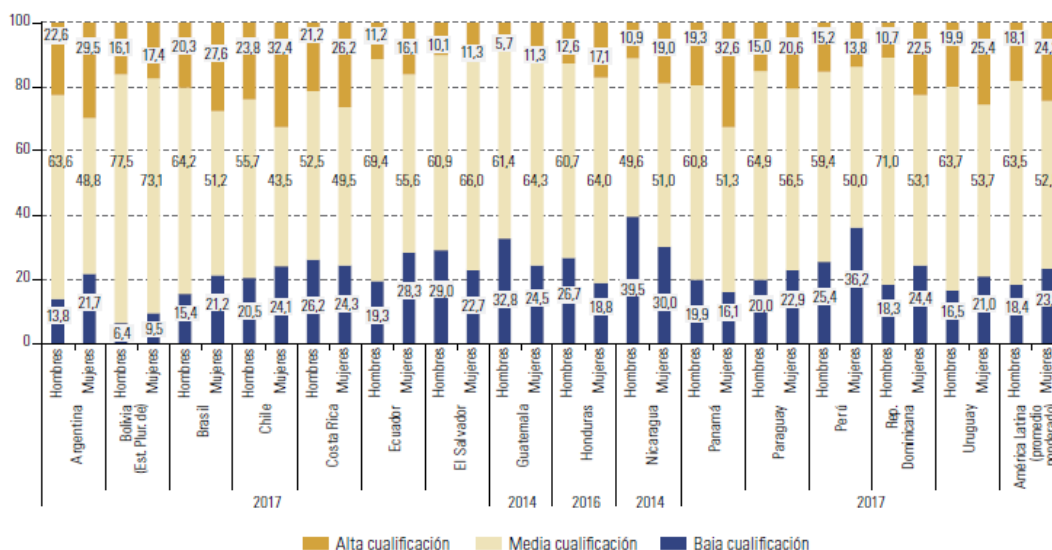
mayores probabilidades de automatización del empleo. Como CEPAL (2019) menciona, existe una preocupación por los posibles escenarios de desempleo que puedan generarse como consecuencia del avance logrado por las tecnologías de inteligencia artificial, que permitirán la automatización de diversas tareas cognitivas que anteriormente solo podían ser realizadas por personas altamente cualificadas. Lo que no se puede negar hoy en día es que las nuevas tecnologías dejarán desplazadas muchas ocupaciones haciendo así, una transformación del mercado laboral en su totalidad.

Para la CEPAL (2019), se tiene un consenso que las nuevas tecnologías desplazarán muchos trabajos rutinarios de baja cualificación, y al mismo tiempo, habrá una necesidad de recursos humanos con nuevas y diferentes habilidades para poder manejarlas. Esta es una ventaja para el impulso de la productividad y el surgimiento de nuevos empleos que se caractericen por una mayor calificación y tareas menos repetitivas, es aquí donde los países de la región deben de aprovechar estas oportunidades para mejorar la calidad e incrementar los empleos para las mujeres.

Existe una característica en los países centroamericanos, estos cuentan con una mayor concentración del empleo masculino en las ocupaciones de baja cualificación, este tipo de empleos son los que se encuentra más vulnerables a la automatización, y las ocupaciones de alta cualificación, con un menor riesgo de ser automatizadas, en la mayoría de los países latinoamericanos están siendo ocupadas mayoritariamente por mujeres, como por ejemplo, en Costa Rica con el 26.2%, El Salvador con 11.3%, y Nicaragua un 19% de las mujeres trabajadoras se encuentran en ocupaciones con alta cualificación y los hombres solo un 21.2%, 10.1%, 10.9% respectivamente. Pero hay que destacar que, en términos absolutos, por la menor participación de las mujeres dentro del mercado laboral, esto no significa que las mujeres tengan una mayor número de puestos de trabajo en esas ocupaciones (CEPAL, 2019).

En los resultados obtenidos por CEPAL (2019), se observa que, en los 15 países de Latinoamérica estudiados, existe una mayor proporción de hombres que mujeres en empleos con alto y mediano riesgo de sustitución tecnológica. El hecho que se encuentren más mujeres dentro de los empleos con bajo riesgo de sustitución tecnológica se dan ciertas diferencias en los países al momento de observar la proporción de personas en empleos con alto riesgo de sustitución. Es así el caso para El Salvador, la proporción de mujeres en empleos con alto riesgo de ser sustituidas es mayor que la de los hombres.

Figura 1. América Latina (15 países): distribución de la población ocupada, según nivel de cualificación y sexo, alrededor de 2017 (en porcentaje)



Fuente: tomada de “Comisión Económica para América y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco de Datos de Encuestas de Hogares (BADEHOG)”

En un estudio realizado por el Banco Mundial (2016; citado en CEPAL, 2019) se identificó que, en el grupo de países latinoamericanos estudiados, tomando en cuenta el déficit que se tiene en la adaptación de las nuevas tecnologías, se observa que cerca del 50% de los empleos serán susceptibles por la automatización.

Para CEPAL (2019), los efectos de la automatización sobre el empleo tanto para los hombres como las mujeres dependerá de su distribución en las distintas ocupaciones en los sectores económicos. Mediante la segregación ocupacional de género, se puede observar de dos maneras el impacto hacia las mujeres: primero, la alta concentración de mujeres en profesiones y oficios que requieren menor cualificación, y segundo, la remuneración más baja que se percibe en las ocupaciones que concentran una mayor proporción de mujeres. Mas de la mitad de las mujeres están empleadas en trabajos en los que existe poca cualificación, un 27.2% se encuentran en trabajos no cualificados y un 22.9% en vendedoras y otros servicios.

Los bajos salarios percibidos de mayor manera por las mujeres pueden crear ciertos impactos negativos en la implementación de nuevas tecnologías, ya que para CEPAL (2019) estos pueden

reducir los incentivos para invertir en procesos de automatización que pueden ser muy factibles en términos técnicos, pero por el hecho que son intensivos en capital no serán rentables para las empresas. La revolución digital no necesariamente puede implicar pérdidas de empleo para las mujeres, pero puede tener un efecto contrario en sus ingresos, haciendo aún más precarias sus formas de subsistencia.

En el análisis dentro del sector manufactura es importante ver el comportamiento de los empleos de este. Según OCDE/CEPAL/CAF (2016; citado en CEPAL, 2019) se proyecta una pérdida neta de 3.38 millones de empleos hasta 2030 y se logra afirmar el sector que más bajas observará será la manufactura. En la región se tiene un promedio de 11.3% de mujeres ocupadas dentro del sector manufactura y existen algunos países, como El Salvador, que cuentan con un porcentaje superior a este promedio, y al mismo tiempo el porcentaje de las mujeres ocupadas en la manufactura, respecto al total de mujeres ocupadas, es mayor al porcentaje de hombres en la industria manufacturera, por lo que en El Salvador las mujeres pueden verse altamente afectadas.

Hay que destacar que la implementación de nuevas tecnologías no solo está impactando en los empleos de manufactura, sino que llega a las actividades de servicios, donde se conoce que las mujeres cuentan con una alta participación, lo que provocaría que ellas se vean afectadas, ya que se les complicará aprovechar las nuevas oportunidades laborales en los sectores donde normalmente no están representadas.

En el estudio realizado por Frey y Osborne (2017; citado CEPAL, 2019), se logra observar que la mayor parte de las ocupaciones del sector comercio se encuentran con un riesgo de automatización, precisamente, un 47% de los empleos, y es en ese sector en donde se concentra el 22.1% del empleo de las mujeres en América Latina. Al mismo tiempo, las ocupaciones asociadas a tareas del cuidado tienen baja probabilidad de automatización por el hecho que requieren habilidades de inteligencia sociales, y la cantidad de mujeres que se encuentran en este sector es elevado. Esto conduce a que, en términos absolutos, las trabajadoras corren un riesgo alto de ser desplazadas por las nuevas tecnologías.

No hay que dejar a un lado que los empleos en la región latinoamericana están inmersos en una precarización debido a las grandes desigualdades estructurales que caracterizan a los mercados laborales y las elevadas tasas de informalidad que podrían aumentarse debido a la pérdida del empleo a causa de la automatización.

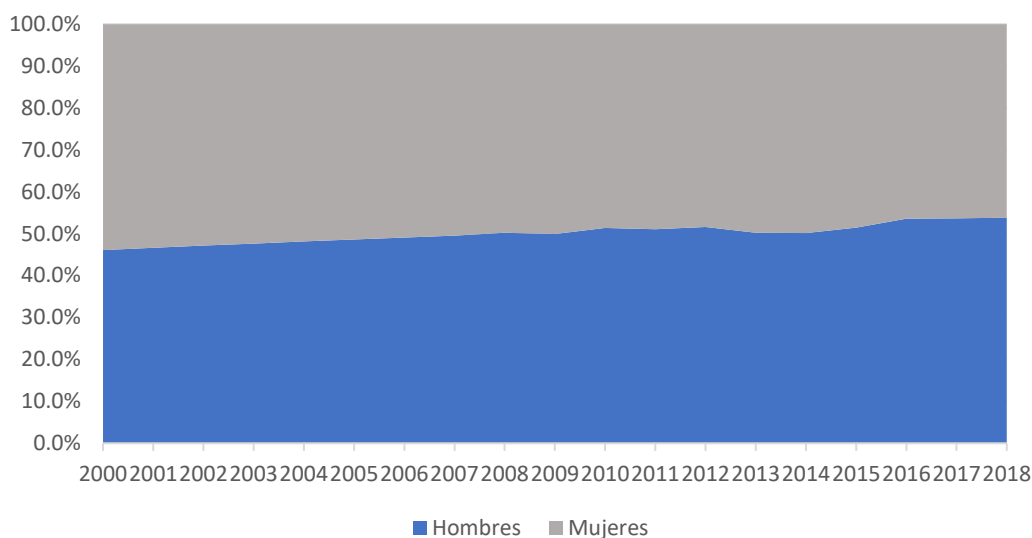
Es por lo que CEPAL (2019), recomienda que los países fortalezcan sus sistemas de protección social desde una perspectiva de género y de ciclo de vida, para así, otorgar alternativas a aquellas personas que no logren adaptarse a los nuevos cambios tecnológicos, especialmente hacia las mujeres que se verán afectadas de manera directa por la automatización y no logran encontrar un empleo a futuro.

3.2 Análisis de tendencias y proyecciones

Cabe destacar que la EHPM tiene ciertas discrepancias en cuanto a la población, específicamente en el periodo 2000 al 2006, mostrando una drástica caída en la población a partir del año 2007 observable en el **anexo 32**, esta discrepancia afecta el análisis real de la serie de tiempo en el mercado laboral, por lo que ha sido necesario un ajuste estadístico a partir del año 2000 al 2006, realizando una extrapolación hacia atrás con base en el comportamiento del mercado laboral del sector manufactura del 2007-2018, (**véase anexo 37**).

Para continuar el análisis de las mujeres en el sector manufactura salvadoreño, es necesario enfocarse en la participación que tienen mujeres y hombres dentro de la industria, para ello se ha hecho uso de datos estadísticos que pueden observarse en el **gráfico 7**, donde se puede señalar el comportamiento y la participación de los trabajadores y trabajadoras, viendo cómo los hombres han ido aumentando en el periodo 2000-2018, por otro lado, la participación de las mujeres se ha reducido en el período analizado. Asimismo, el número de empleados del sector tanto de hombres y mujeres ha presentado un leve crecimiento en el periodo analizado, no obstante es fundamental señalar la paridad en la participación, no se observan cambios drásticos.

Gráfico 7. Empleados por sexo en el sector manufactura, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Para el año 2000, la industria manufacturera empleaba alrededor de 329,423 trabajadores, en donde el 53.9% estaba representado por mujeres y un 46.1% representando por hombres, asimismo, para el año 2018, el sector manufactura empleaba 424,232 trabajadores, en donde el 53.9% está representado por hombres y un 46.1% por mujeres, según la DIGESTYC (2000-2018), lo cual se puede observar en la tendencia del **gráfico 7**.

Asimismo, es importante mencionar los efectos generados de la crisis financiera del año 2008 en la industria manufacturera: para el año 2009 el empleo medido con estadísticas del ISSS, al mes de febrero se habían perdido 15,156 puestos de trabajo respecto al año 2008, en donde 13,605 trabajadores pertenecían a la industria manufacturera, lo cual resultó ser el sector económico más afectado, seguido por construcción y servicios (BCR, 2009), por lo tanto, la reducción del empleo en la industria manufacturera durante el año 2009, puede ser explicada por los efectos de la crisis financiera del año 2008.

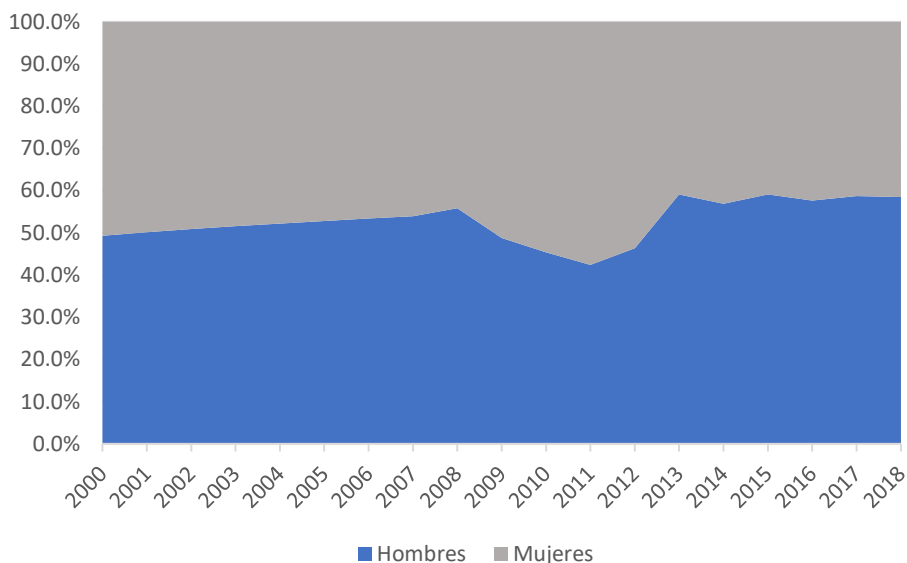
Además, en el periodo 2000-2018, las mujeres empleadas del sector manufactura representan en promedio un 19.3% respecto al total de mujeres empleadas en la economía de El Salvador, por otro lado, los hombres empleados en el sector manufactura representan en promedio un 14.3% respecto al total de hombres empleados en la economía en el periodo 2000-2018. Asimismo, es necesario mencionar la reducción drástica de hombres empleados en el sector manufactura, representando en promedio un 13.4% respecto al total de hombres empleados en la economía durante el periodo 2009-2014(**véase anexo 33**), por lo tanto, el sector manufactura

tiene mayor peso en el empleo total de las mujeres, el cual se puede observar a lo largo del periodo analizado (**véase anexo 33 y 34**).

Al haber abordado la distribución de trabajadores dentro del sector, según ORMUSA (2016) el sector manufactura es uno de los que cuenta con mayor equidad entre hombres y mujeres, sin embargo, dentro de dicho sector hay concentraciones de hombres y mujeres en ramas específicas, influenciados en su mayoría por los roles de género. A partir de esta equidad es importante diferenciar entre trabajadores operativos (no cualificados) y administrativos (cualificados), para emitir una opinión sobre el comportamiento del mercado laboral y si éste deja en una situación desfavorable a las mujeres frente a los hombres en dicho sector. Sobre todo, al tener en cuenta a los autores (Brusseovich et al., 2018) quienes señalan que las mujeres son más susceptibles al desplazamiento por automatización cuando ejercen trabajos mayormente rutinarios.

Tal y como se puede observar el **Gráfico 8** en el periodo 2000-2018, los trabajadores administrativos del sector manufactura, en promedio estaban representados por un 52.8 % por hombres y un 47.2 % por mujeres, es decir que los trabajadores administrativos del sector manufactura durante el periodo analizado estaban representados en mayor medida por hombres, únicamente en un periodo corto (2009-2012) los trabajadores administrativos estaban representados por un 54.3% de mujeres y los hombres 45.7%.

Gráfico 8. Trabajadores administrativos en la industria manufactura, segmentados por sexo, en el periodo 2000-2018

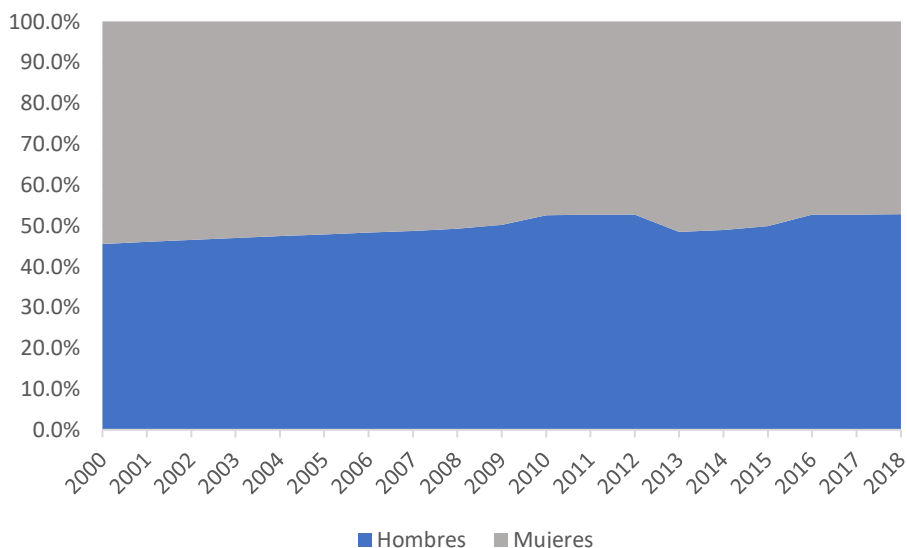


Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Por otro lado, los trabajadores operarios en el sector manufactura, presentan mayor igualdad en cuanto a la participación de hombres y mujeres, ya que en el periodo 2000-2018, en promedio las mujeres representan un 50.5% y los hombres un 49.50%, tal y como se observa en el **gráfico 9**, siendo mayor la participación de las mujeres en trabajos operativos, los cuales son más vulnerables al desplazamiento.

Además, se vuelve importante el efecto en la modificación en la EHPM a partir del año 2007, donde se redujo la población total del país (**véase anexo 32**), por lo tanto, tal y como se menciona en el apartado inicial, la estimación de los nuevos valores del año 2007 a partir de los censos del año 2000 al 2006, genera una serie homogénea que permite analizar de manera más específica la pérdida de empleos, y sobre todo el cambio en la participación de hombres y mujeres, tanto administrativos como operarios del sector manufactura, donde se puede establecer que el efecto en el nivel de empleo del sector manufactura durante el año 2009 está ligado principalmente a la crisis financiera del año 2008.

Gráfico 9. Trabajadores operarios en la industria manufactura, segmentados por sexo, en el periodo 2000-2018

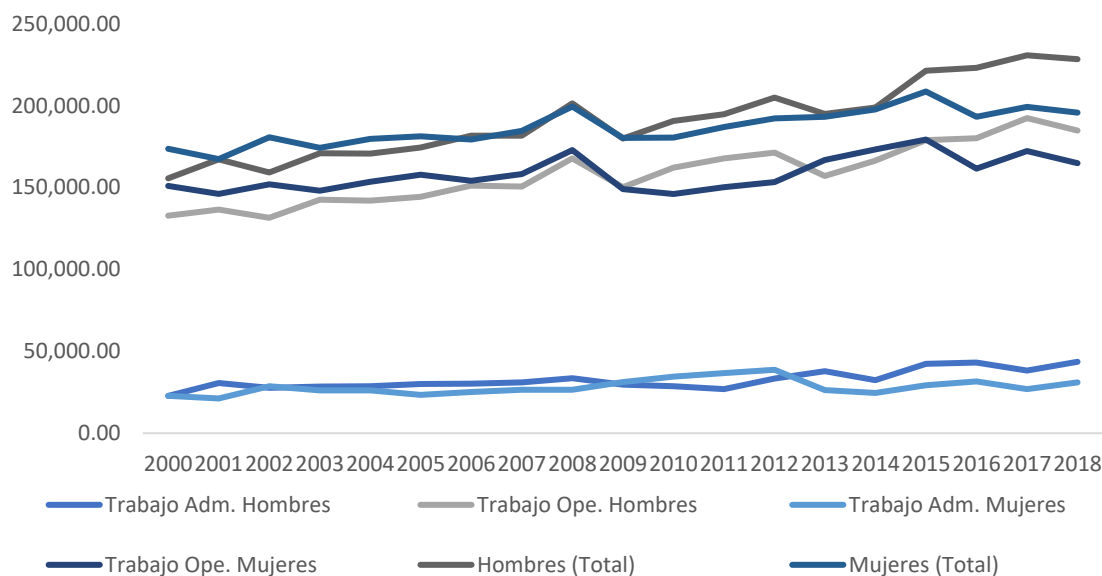


Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Al haber abordado los trabajadores operativos y administrativos y su distribución, es pertinente observar el comportamiento global del sector en cuanto al empleo en el **gráfico 10**, donde se puede ver cómo en el sector manufactura tiene una mayor participación de trabajo operativo respecto al administrativo, tanto en mujeres como en hombres, mostrando una poca preparación requerida para desempeñar labores, generando entonces, un riesgo similar de desplazamiento para ambos.

Asimismo, en la tendencia es observable cómo desde el 2000 al 2009 el sector manufactura emplea de manera similar a hombres y mujeres, sin grandes diferencias profundas, solo en 2001-2003 que fueron más las mujeres empleadas. Sin embargo, a partir del 2009 esto da un giro radical y el total de hombres empleados supera al de las mujeres, igualmente ocurre con los trabajadores operativos. Por otro lado, en cuanto al trabajo administrativo, los hombres han sido mayormente empleados en todo el período, siendo más evidente desde el año 2013, mientras que del 2009 al 2012 fueron más mujeres trabajando en estas áreas.

Gráfico 10. Trabajo Operativo y Administrativo entre mujeres y hombres en el periodo 2000-2018.



Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Dicha tendencia, influenciada por la crisis del 2008 que impactó fuertemente a las mujeres empleadas del sector, además de la cantidad de mujeres que abandonan sus trabajos para desplazarse al sector servicios, ha generado una tendencia a reducirse la cantidad de mujeres empleadas observable en el **gráfico 10**. En contraparte los hombres empleados dentro del sector aumentan, comportamiento que se observa con mayor diferencia a partir del 2010, y que puede verse influenciado por la crisis del 2008, pues la economía y la sociedad salvadoreña es altamente vulnerable a los efectos de una recesión internacional.

Sin embargo, la peor parte de la recesión económica se la llevan las mujeres salvadoreñas, según Martínez (2009), pues los sectores más afectados por las pérdidas de empleos son sectores con mayor demanda de trabajadoras, dentro de la manufactura se encuentran las maquilas textiles y el comercio, además de la disminución de compras del principal socio comercial de dichos productos Estados Unidos.

Asimismo, el trabajo doméstico se intensifica luego de la crisis, pues las familias buscan ajustarse mediante estrategias del aumento del trabajo del cuidado (aumento producción de bienes y servicios para el autoconsumo), condiciones laborales, entre otros factores que ponen en

desventaja a las mujeres, que se encuentra presente en todo el período de estudio, impide a muchas aplicar al sector manufactura formalmente, razón por la cual las mujeres podrían tener una mayor participación en el trabajo informal.

Sin mencionar las brechas salariales y segregaciones que presenta El Salvador entre mujeres y hombres, ámbito en el cual ORMUSA (2016) plantea que para el año 2015 la ratio del salario femenino frente al salario masculino es 86.3% en el rubro de la confección de prendas de vestir, lo que significa que para el año 2015, las mujeres de dicho rubro tuvieron ingresos que en promedio fueron de 86.3% de los ingresos que tuvieron los hombres en la misma actividad, teniendo desventaja de ingresos y atenuando la desigualdad.

La cantidad de trabajadoras del sector manufactura que ha venido en crecimiento, está distribuida entre el trabajo administrativo y operativo, observable en el **gráfico 11**, que para dicho sector la gran parte de mujeres realizan trabajo operativo, tanto que para el 2018 del total de mujeres dentro de la industria el 84% desempeña estas labores, y solo un 16% trabajo administrativo, la situación de los hombres no es tan distinta (**véase gráfico 11**) pues para el 2018 el 81% realiza trabajo operativo, y un 19% trabajo administrativo sin olvidar que dentro de este grupo están los directores y jefes de áreas, denotando una menor participación de las mujeres frente a los hombres en puestos gerenciales dentro de la industria, si bien esta diferencia es poca, denota las condiciones del empleo en la manufactura, situación que según la tendencia debería mantenerse con una reducción gradual del empleo de las mujeres.

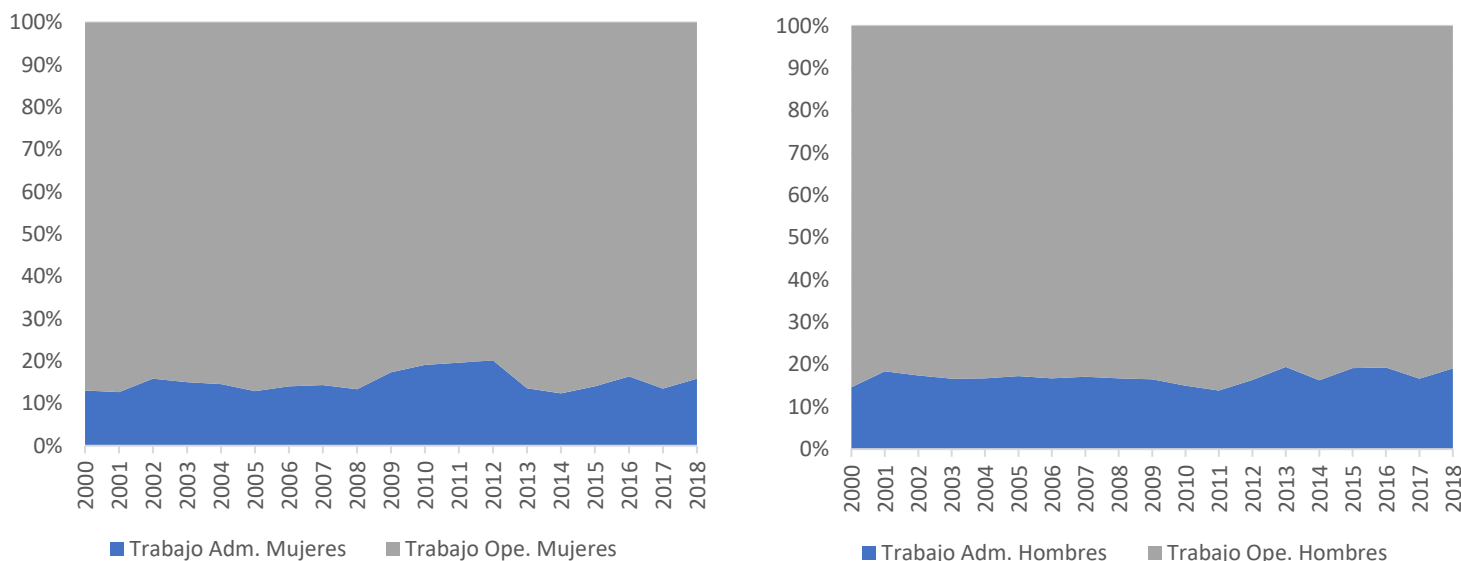
Anteriormente se ha demostrado que los hombres tienen mayor participación en áreas administrativas, mientras que las mujeres, en promedio, tienen más representación en el trabajo operativo de 2000 a 2018.

Por tanto, las mujeres se encuentran más vulnerables a la automatización según Brussevich et al. (2018), ya que son los trabajos operativos y de rutina los que son más fáciles de replicar por una máquina, asimismo, hacen un llamado de atención a la menor representación de las mujeres en puestos gerenciales y jefaturas, ya que estos puestos son complementarios con la tecnología, y las mujeres no dominan estas ocupaciones.

Asimismo, se puede observar la distribución de las mujeres empleadas dentro del sector acorde a su ocupación en el **anexo 35**, donde la mayor parte son operarias con alrededor de un 54% de todo el sector para el 2018, seguido de las operadoras e instaladoras con un 25%, y en tercer lugar comercio y servicios con un 8%, denotando una alta participación de trabajo no cualificado. En contraparte las directoras y funcionarias dentro del sector no logran superar el 1%, teniendo

una participación del 0.78% únicamente. Igualmente, en el **anexo 36**, se encuentra la distribución de los hombres empleados en el sector manufactura acorde a su ocupación, donde al igual que las mujeres la mayor parte son operarios con alrededor de un 50%, seguido de los operadores con un 22% y los trabajadores no cualificados con un 9%, para el 2018 respectivamente. A diferencia de las mujeres lo hombres tienen un 1.89% de participación como directores y funcionarios, mostrando que dos de cada tres funcionarios o directores son hombres.

Gráfico 11. Trabajadoras y trabajadores empleados en el sector manufactura por cualificación, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Se puede inferir, entonces, que las mujeres sí se encuentran vulnerables a la automatización, a pesar de estar bien representadas en el sector manufactura salvadoreño, sin embargo, como Brussevich et al. (2018) indicaban, todo culmina en las diferencias de elección de ocupación y las características del trabajo dentro de éstas, es decir, el verdadero riesgo se encuentra en las tareas específicas de cada labor, y su complementariedad o no con la tecnología.

En el caso de El Salvador, se observa una industria concentrada en empleo no cualificado, es decir operario, tanto para mujeres como hombres superando el 80% (**véase gráfico 11**), industria que genera una gran cantidad de empleo tanto para mujeres como para hombres, los cuales podrían ser reemplazados con máquinas con el paso del tiempo, pues desempeñan tareas

“rutinarias” haciéndolas más fáciles de desempeñar por una máquina, por ejemplo, Basco A, et al. (2018), señalan que los individuos que tienen contenido rutinario más alto en su trabajo, se vuelven más susceptibles a la sustitución de máquinas por trabajadores, sin olvidar que en el periodo de estudio, si bien en cierto es mínima, hay un desplazamiento por sexo, colocando a las mujeres en una condición desventajosa.

Por esta razón, si no se desarrollan políticas como CEPAL (2019) plantea, con una visión de género donde se amortigüen los efectos del cambio tecnológico, difícilmente las mujeres saldrán victorias en las décadas que siguen, teniendo en cuenta la disparidad de ingresos que existe y el bajo reconocimiento del trabajo doméstico que existe en El Salvador.

Por ende, las mujeres podrían tener una oportunidad en un contexto de automatización si se les toma en cuenta para ocupaciones de mayor cualificación, si se les capacita y cualifica para que puedan complementarse con la alta tecnología que esté entrando al país, si se les reconocen las capacidades y se les da voz y voto dentro del sector. Las estadísticas indican que las oportunidades son pocas, no obstante, todo depende de las políticas implementadas con reconocimiento de género.

Es por esto que la industria manufactura debe orquestar un cambio estructural, que permita avanzar a un sector más intensivo en conocimiento, reducir las brechas salariales entre mujeres y hombres, en pro de la búsqueda de una igualdad de derechos mediante la creación de empleos de calidad, en la coyuntura de una revolución industrial, y de la cual surja un sector con altos índices productivos que genere una mejora en la calidad de vida de las y los trabajadores del sector, sin que eso signifique un rezago tecnológico para el sector.

4 DESAFÍOS PARA LAS NUEVAS GENERACIONES FRENTE AL CAMBIO TECNOLÓGICO DEL SECTOR MANUFACTURA EN EL SALVADOR

En este capítulo se realiza una exploración sobre los efectos del cambio tecnológico en los trabajadores del sector manufactura, a partir de la edad, años de estudio y la distinción de operarios con administrativos.

Para ello, en primer lugar, se hace un abordaje teórico sobre las apreciaciones que existen de la automatización y la edad de los trabajadores, así como las consecuencias generacionales que ello conlleva. Posteriormente, se presentan dos modelos sobre el sector manufactura salvadoreño, donde se hace el esfuerzo de conocer la relación de la tecnología (capital) con la edad, años de estudio y tipo de trabajadores (operarios/administrativos); así como del nivel de salarios con las mismas variables independientes mencionadas.

Asimismo, se desarrolla un contraste respecto a la Evaluación del Mercado Laboral (2017) realizada por USAID para la creación de un proyecto de empleo, en este caso, se hará énfasis en el sector manufactura del país y la oportunidad laboral de la juventud dentro del sector, todo ello tomando en cuenta los resultados de los modelos anteriormente mencionados.

Es complejo asegurar que el envejecimiento de la población es positivo o negativo para la economía, ya que depende de muchos factores, como la aceleración del fenómeno, las políticas públicas aplicadas, el manejo de pensiones, disponibilidad de inversión, etc. En este sentido, Lee y Mason (2017) mencionan que a medida que las poblaciones envejecen y crecen lentamente, el PIB y el ingreso nacional se desaceleran, pero el efecto por persona puede ser distinto, siendo importante que la deuda pública no desplace la inversión de capital.

A propósito, es posible que el envejecimiento poblacional sea positivo para las economías, siempre y cuando los procesos de automatización entren en juego, mejoren las productividades y generen crecimiento económico.

Tal es el resultado que Acemoglu y Restrepo (2017) encontraron, cuando se cuestionaron los efectos negativos del envejecimiento de la población, ya sea por la caída en la participación de la fuerza laboral, productividad o exceso de ahorros sobre la inversión, demostrando que la relación inversa entre envejecimiento y crecimiento económico no existe, incluso, en los países que envejecen más rápido han crecido más en las últimas décadas, ello va contra la intuición generalizada sobre la edad de la población.

Para poder llegar a tales resultados, se vieron en la gran necesidad de incluir el papel de la automatización y la tecnología, donde los países con mayor envejecimiento son aquellos que adoptan de manera más rápida cambios tecnológicos, lo que ocasiona un acelerado crecimiento económico.

Logrando, entonces, contradecir a aquellas teorías que sostienen que el cambio demográfico es un obstáculo que frena el crecimiento, porque la población con edad avanzada reduce su participación laboral y productividad (Robert Gordon, 2016; citado en Acemoglu y Restrepo, 2017), o el estancamiento secular.

Empíricamente, los autores Acemoglu y Restrepo (2017) se concentraron en el principio de 1990 y 2000, considerando que es ahí donde comienzan los efectos del envejecimiento poblacional en gran parte del mundo, coincidiendo también con la llegada de tecnologías que reemplazan la mano de obra, demostrando entonces, que los países con cambio demográfico veloz son más capaces de adoptar tecnologías avanzadas. Incluso robots, igualmente, llegaron a mostrar que cuando el capital es suficiente y abundante, combinado con pocos trabajadores jóvenes y de mediana edad, desencadena mayor adopción de tecnologías para automatización, neutralizando (y hasta eliminando) los efectos negativos de la escasez de mano de obra.

En este sentido, los países con su población de edad más avanzada son los mismos que tienen la capacidad de adoptar tecnología más avanzada, contrarrestando los efectos de la escasez, es fundamental remarcar que este caso aplica solo para países que tienen el capital abundante como para invertir en maquinaria, robots, inteligencia artificial, aumentando en mediano plazo su producción agregada y productividades, por tanto, el capital es más barato en relación a la mano de obra, haciendo más rentable la automatización.

En el caso de El Salvador, se conoce que es un país con abundante oferta de mano de obra, donde es más barata que el capital, por lo que el envejecimiento de la población podría no ser contrarrestada por adopción de máquinas, no obstante, vale la pena conocer la relación que tiene la tecnología, en este estudio equivalente al ratio de capital, con los trabajadores de la manufactura de acuerdo con su edad.

De igual forma, en cuanto a la edad de los trabajadores, Sachs y Kotlikoff (2012) construyeron un modelo en donde se podía comprobar cómo las máquinas inteligentes sustituyen la mano de obra joven no cualificada, pero complementan a la mano de obra cualificada más antigua, y así, observar cómo los salarios bajos de los jóvenes limitan a éstos a tener un verdadero ahorro e inversión para adquirir habilidades, e inclusive, capital físico. Para los investigadores este

proceso se da a lo largo del tiempo e implica que cada generación recién nacida le espera un futuro peor que su predecesora.

Según los autores Sachs y Kotlikoff (2012) el proceso generacional de la relación empleo y tecnología se da desde que las máquinas inteligentes logran sustituir a los trabajadores no cualificados, pero éstas han sido diseñadas y dirigidas para trabajadores cualificados, y es en ese punto, en donde los ingresos de los trabajadores cualificados tienen una tendencia a la alza en comparación con los no cualificados.

Existen crecimientos importantes en los salarios en los Estados Unidos que están creando desigualdad entre trabajadores. Según Atkinson, Piketty y Saez (2011; citado en Sachs & Kotlikoff, 2012) el 10% de los hogares estadounidenses más importante ahora reciben el 50% de todos los ingresos, esto solamente representaba en 35% hace cuatro décadas.

Otra muestra de desigualdad salarial la encuentra Gordon (2009; citado en Sachs & Koltikoff, 2012) que logra documentar un aumento de la proporción de los ingresos salariales obtenidos por el 10% más alto de los asalariados, pasando de un 26% en 1970 a un 36% en 2006.

En lo que compete a las máquinas, son una forma de capital, y los ingresos que generan son un retorno de capital y no un ingreso laboral, ello en el modelo aplicado por Sachs y Kotlikoff (2012). Esto conduce a que las máquinas no solo representan una amenaza económica para los salarios de los trabajadores no cualificados hoy en día, sino que, también impacta a los futuros trabajadores independientemente de su cualificación.

Es muy reconocido que el adquirir habilidades requiere de tiempo e inversión, y es por eso por lo que los trabajadores cualificados son desproporcionalmente mayores. Es así de la forma en que las máquinas se van volviendo más inteligentes y haciendo más ricos a los trabajadores mayores, ya que los trabajadores mayores y los jubilados son los que poseen de manera desproporcionada las máquinas y los nuevos inventos, provocando que las mejoras de la productividad de las máquinas afecten directamente la redistribución de los trabajadores más jóvenes, que por su edad son poco cualificados en comparación a las mejoras salariales que presentan los mayores con una mayor cualificación, y así mismo, a lo jubilados.

Lo mencionado anteriormente puede verse reflejado en datos, ya que según Sachs y Kotlikoff (2012), la Oficina del Censo publica la mediana de los ingresos de los hombres de entre 45 a 54 años y los compara con aquellos que tiene de 25 a 34 años. Los resultados son que una proporción de los ingresos relativos de los trabajadores con edad de 45 años en adelante han

aumentado de manera significativa, tanto así, que para el 2011, el ingreso de los hombres mayores era un 41% más alto que aquellos que son más jóvenes.

El modelo elaborado por ellos trata a los jóvenes trabajadores como agentes no cualificados que invierten sus ahorros en la adquisición tanto de habilidades como de máquinas. Hoy en día más máquinas se vuelven cada vez más inteligentes, los jóvenes trabajadores de hoy se empobrecen y ahorran menos, provocando que la inversión en educación y en la adquisición de máquinas se vea limitada. El impacto que esta situación tendría sobre la economía es que, cada período futuro termina con menos capital humano y físico, lo que deprime los salarios del primer periodo de las generaciones futuras. Aunque los salarios por especialización y el rendimiento de capital van en aumento, el impacto final de las máquinas es una reducción del bienestar durante toda la vida de las generaciones de hoy y mañana.

Otra situación a la que se enfrentan las nuevas generaciones es mencionada por Sachs y Kotlikoff (2012), ya que la mejora de las tecnologías de la comunicación ha permitido a las empresas de Estados Unidos sustituir trabajadores nacionales por trabajadores extranjeros, logrando así, pagar salarios más bajos para producir lo que antes se hacía con mano de obra estadounidense. Es interesante observar que esta deslocalización ha impactado de manera más significativa en la industria manufacturera pasando de un 30% de la fuerza de trabajo total estadounidense en 1950 a un 10% para 2011.

En el modelo presentado, tanto las máquinas como los trabajadores no cualificados producen un producto intermedio que es combinado con la mano de obra especializada para producir un resultado final. Las máquinas y los trabajadores no cualificados son sustituibles en comparación con el producto intermedio y los trabajadores cualificados, generando que un aumento de la productividad de las máquinas sustituya a la mano de obra no cualificada y reduciendo su salario (Sachs & Kotlikoff, 2012).

Los autores Sachs y Kotlikoff (2012) utilizan una variante del modelo estándar de generación superpuesta de dos periodos (OLG).

Los resultados que se obtiene en el modelo enuncian que son momentos difíciles para aquellos que pierden o perderán sus empleos por las máquinas, ya que existirán pocas posibilidades que encuentren un empleo con un salario decente, y el momento oportuno para aquellos que poseen las máquinas, los que tiene habilidades para diseñar y hacer funcionar estas mismas.

Para Sachs y Kotlikoff (2012) una innovación tecnológica de las máquinas aumenta la productividad de estas mismas, provocando una disminución de la productividad marginal de los trabajadores no cualificados, pero aumenta la productividad marginal de los trabajadores cualificados, aumentando la diferencia salarial entre ellos y generando un efecto generacional ya que, eleva los ingresos de la generación con más edad y al mismo tiempo reduce los ingresos de los jóvenes, haciendo así un efecto en cadena sobre el ahorro nacional que se verá en desaceleración y afectando el futuro stock de capital.

La preocupación principal es que el efecto económico puede ser lo suficientemente fuerte si se reducen los ingresos de los jóvenes trabajadores y de los de las generaciones futuras, asimismo la débil tasa de ahorro de hoy significa que los salarios de la próxima generación serán aún más bajos. La economía, por su parte, encontrará su punto de equilibrio generando un bienestar en la generación mayor actual y reduciendo el bienestar tanto de la generación joven de hoy como las futuras generaciones.

Ahora es fundamental conocer el nivel de afectación por edad, años de estudio y tipo de empleo (operario/administrativo) en la automatización y los salarios del sector manufactura en El Salvador, a través de análisis de tendencias, proyecciones y modelos econométricos.

Respecto a ello, las variables a utilizar serán las siguientes:

Salarios reales: Salarios reales promedios mensuales del sector manufactura, tomados de la EHPM, deflactados con el IPC en base al año 2009, (BCR, 2020).

Capital: ratio de capital del sector manufactura, calculado con base en datos del BCR.

Trabajadores Jóvenes: Número de empleados del sector manufactura agrupados de 16 a 34 años de edad, tomados de la EHPM.

Trabajadores Adultos: Número de empleados agrupados de 35 a 54 años de edad del sector manufactura, tomados de la EHPM.

Trabajadores Adultos Mayores: Número de empleados agrupados de 55 y más años de edad del sector manufactura, tomados de la EHPM.

Trabajadores Operarios: Número de empleados del sector manufactura agrupados de 9 o menos años de estudios aprobados, tomados de la EHPM.

Trabajadores Administrativos: Número de empleados del sector manufactura agrupados de 10 y más años de estudios aprobados, tomados de la EHPM.

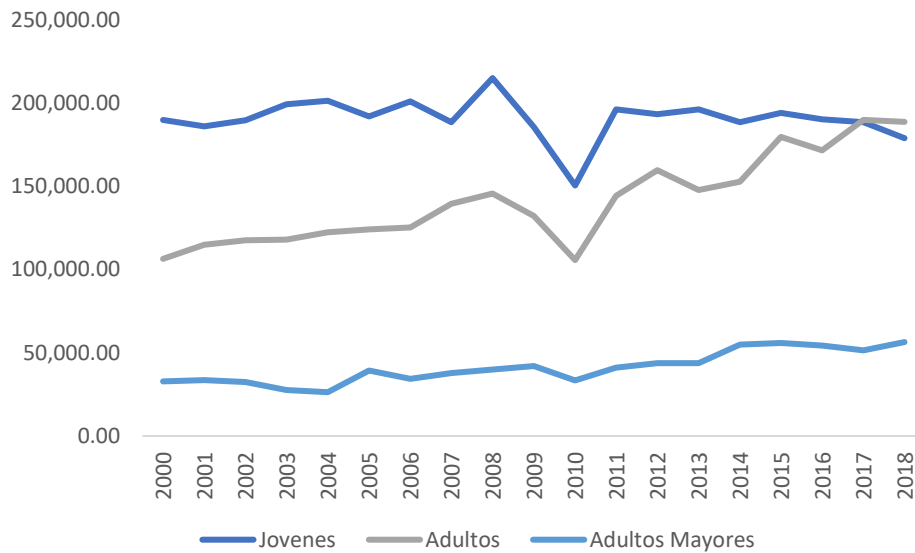
Cabe aclarar que las divisiones por edad y agrupaciones de operarios/administrativos se han hecho bajo discreción de los investigadores del presente trabajo.

4.1 Tendencias y proyecciones

Para el siguiente análisis ha sido usado el mismo ajuste estadístico que en el capítulo 3 por las discrepancias en cuanto a los datos poblacionales del año 2000-2006, por tanto, ha sido necesario ajustar la población mediante una extrapolación hacia atrás (**véase anexo 37**).

Al analizar la participación dentro del sector manufactura por edades, es notable la participación de jóvenes, adultos y adultos mayores. En el **gráfico 12** se observa cómo van en crecimiento los adultos y adultos mayores, mientras que los jóvenes van en decrecimiento, sobre todo desde 2017. En el período 2008-2011 se muestra una caída en todos los trabajadores, resultado de los efectos de la crisis del 2008, no obstante, los jóvenes fueron los más afectados, ya que la tendencia luego de la crisis es mantenerse en niveles bajos, al grado de que en 2017 fueron superados en participación por el grupo de los “adultos”, lo contrario sucede con este último grupo, que luego de la crisis muestra una recuperación llamativa. Por su parte, las personas de 55 años o más mantienen una participación durante los años de estudio sin mayor variación, incluso después de la crisis. Ello tiene similitud con los resultados que Acemoglu y Restrepo (2018) obtuvieron, al señalar que las personas con mediana edad se ven afectados negativamente, mientras que los de mayor edad se mantienen estables frente a la automatización, recordando que el ratio de capital en el sector manufactura salvadoreño tiende al alza, a pesar de que sus niveles son bajos.

Gráfico 12. Empleados de la industria manufacturera por edad, en el periodo de 2000-2018



Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

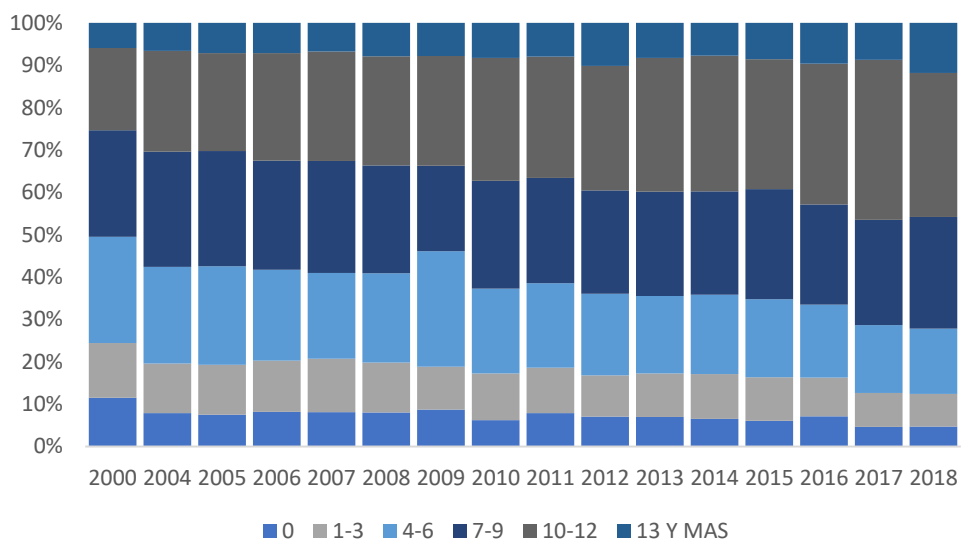
Esta caída de empleados jóvenes se ha visto abruptamente en el rango 20 a 24 años que ha percibido una reducción de alrededor del 56% del 2000 al 2018. Asimismo, el segundo rango más impactado dentro de los jóvenes son los de 16 a 19 años con una disminución de alrededor del 40% de empleados, 28.3 mil empleados en este grupo para el año 2000 y 16.9 mil empleados para el 2018, **(véase anexo 38)**. Por el contrario, el grupo de adultos se ha comportado diferente, e inclusive los rangos de 45-49 y 50-54 años, han aumentado la cantidad de empleados en 2018 en comparación con el año 2000, permitiéndole mantenerse constante en todos sus rangos de edad.

Esto puede darse por diferentes motivos, no obstante Sachs y Kotlikoff (2012) señalan que los trabajadores jóvenes tienen desventaja frente a los adultos, ya que poseen menor experiencia, tienen menos tiempo de haber aprendido habilidades, y por tanto, son bajamente cualificados, siendo más propensos a la sustitución por máquinas, mientras que los adultos logran complementarse, y como se ha observado, la manufactura salvadoreña ha reducido su demanda laboral de jóvenes, mientras mantiene la de adultos y adultos mayores.

Otro punto por analizar son los trabajadores por años de estudio en el sector manufactura, los cuales se pueden observar en el **gráfico 13**, según la tendencia el empleado con estudios de 10 a 12 años se mantiene en crecimiento, como se ha comportado desde el año 2000, y que para el año 2018 ha logrado una participación del 34%, mientras que de 7 a 9 años ha tenido una participación del 26% y de 4 a 6 años un 15% para dicho año. A partir de las tendencias se puede inferir que dicho comportamiento se mantendrá y que habrá cada vez una mayor demanda de trabajo con más años de estudio, es decir el trabajo cualificado será más demandado, pues se requerirán mayores cualificaciones, mientras que el trabajo operario, menos cualificado tenderá a reducirse.

Coincidiendo con Sachs y Kotlikoff (2012), quienes mencionan que la tecnología avanzada sustituirá a los menos cualificados, es decir a jóvenes con menos años de estudio, mientras que se complementará con los adultos cualificados, mejorando, incluso, sus salarios, pudiendo eso responder las tendencias al alza en cuanto a la demanda de trabajadores con más años de estudio.

Gráfico 13. Trabajadores del sector manufactura por años de estudio, en el periodo 2000 al 2018.

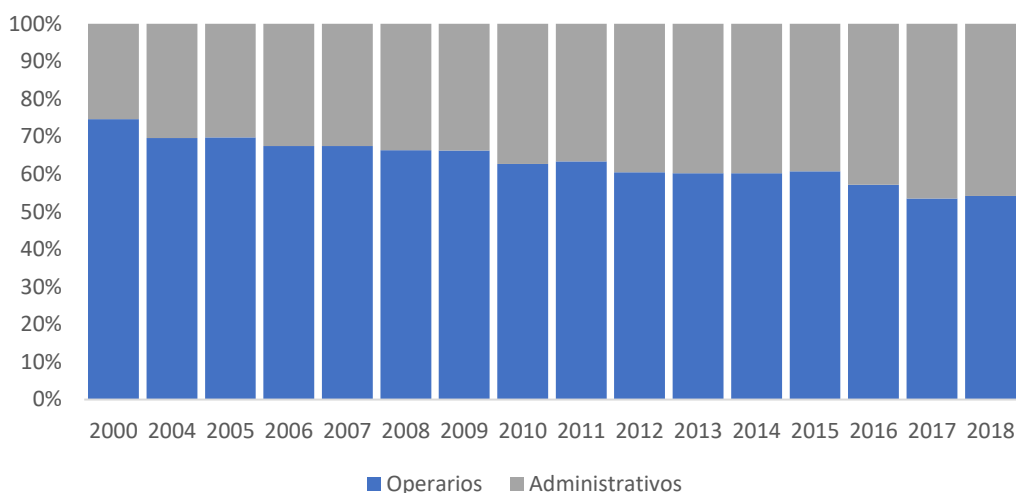


Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

En el **gráfico 14** se han agrupado a los trabajadores en operarios y administrativos a partir de sus años de estudio, se observa el mismo comportamiento que en el **gráfico 13**, una marcada

reducción de los empleados operarios dentro del sector, es decir con menos años de estudio, acompañado de un considerable crecimiento de empleados administrativos, con mayores años de estudio. Esto puede relacionarse con el planteamiento de Acemoglu y Restrepo (2018), quienes observan que las personas afectadas en menor medida por la automatización son aquellas que realizan trabajos que tienen bajo contacto en la producción directa, en este caso, los administrativos, comprobándose nuevamente la tendencia hacia el sesgo por habilidades.

Gráfico 14. Trabajadores del sector manufactura operarios y administrativos, en el periodo 2000-2018.



Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

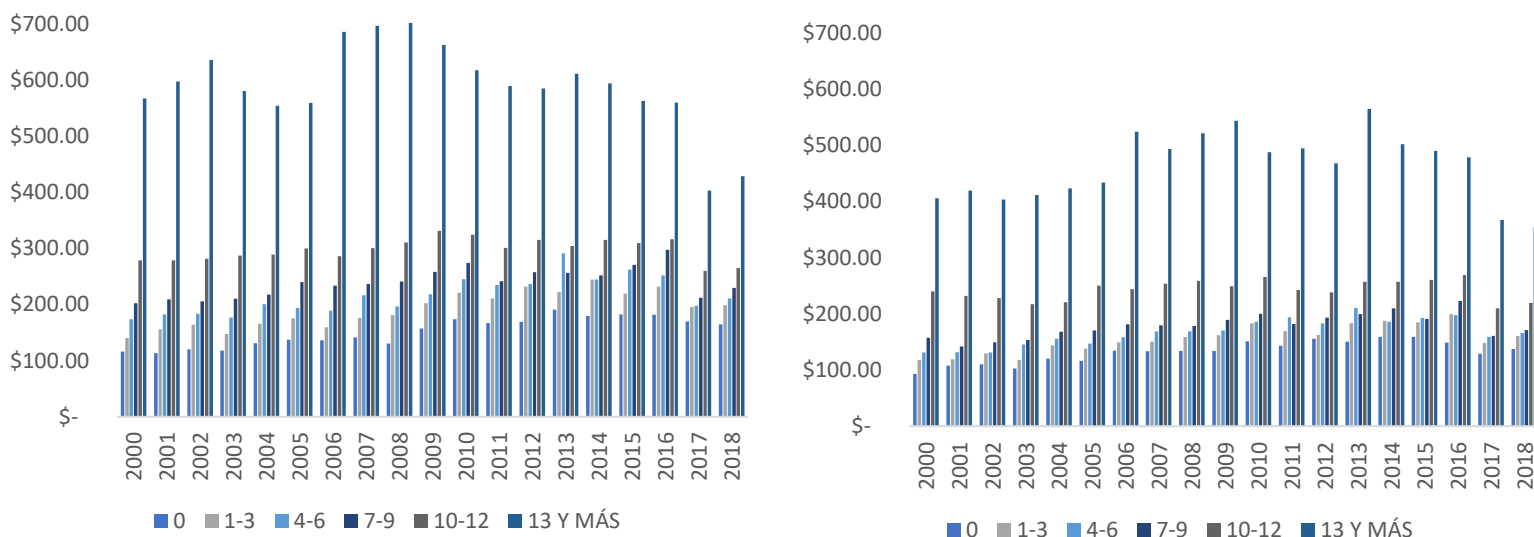
Es necesario, para avanzar en el análisis, comparar los salarios reales por años de estudio dentro del sector, teniendo en cuenta el sexo, se observa en el **gráfico 15** con hombres a la izquierda y mujeres a la derecha, donde es claro que, para ambos, quienes tienen un salario mayor considerablemente son las personas con 13 años o más de estudio, sin embargo, a partir del 2015 tienden a caer en el sector tanto para hombres como para mujeres.

Además, el sector manufactura presenta salarios menores para mujeres que hombres con los mismos años de estudio, haciéndose notar una desigualdad salarial, por ejemplo, para el año 2000 un hombre con 13 años o más de estudio ganaba un 40% más que una mujer con los mismos años de estudio. Esta brecha se ha acortado, sin embargo sigue siendo alta pues para el 2018 una mujer con 13 años o más de estudio tiene un salario 21% menor que el de un hombre con los mismos años de estudio, denotando la inequidad en los salarios del sector. En el **anexo 40**, se puede observar esto, demostrando que a mayores estudios más desigualdad en las

brechas salariales, sin embargo, en todas las divisiones de años de estudio, la brecha salarial supera el 20%, reafirmando la condición desventajosa en la que se encuentran las mujeres de la industria. Igualmente, es de notar que para el 2008 las mujeres con menores años de estudio presentan una brecha que sobrepasa los negativos.

Por consiguiente, dicha tendencia parece mantenerse (véase anexo 39 y 40), la diferencia salarial entre hombres y mujeres no desaparece, mostrando una inequidad salarial dentro del sector en estudio, aplicándolo tanto para personas con menor y mayor años de estudio, y lo que hace pensar en soluciones para que estas desigualdades se reduzcan.

Gráfico 15. Salarios reales en el sector manufactura por años de estudio por sexo, en el periodo 2000-2018 (deflactados con año base 2009).



Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

4.2 Modelos de capital, salarios reales y cualificación de empleados en el sector manufactura

Para profundizar en la relación existente entre el salario, cambio tecnológico y la cualificación de los empleados a lo largo del tiempo del sector manufactura, se han creado dos modelos de

regresión lineal (MCO) que indica cómo una variable independiente “x” explica a una variable dependiente “y”.

Para abordar dichos modelos se toman como variables dependientes “y”: **salarios reales y capital**, las cuales han sido descritas con anterioridad.

Por otro lado, las variables independientes “x” que explican e influyen al salario real y al capital son: **trabajadores jóvenes, trabajadores adultos, trabajadores operarios y trabajadores administrativos**, que igualmente, han sido descritas anteriormente.

Cabe aclarar que se ha desarrollado una propia base en la cual se ajustan los datos de la EHPM, debido a las discrepancias presentadas en los censos, por lo tanto, se aplican ajustes estadísticos, tal y como se menciona en el capítulo 3.

Es importante mencionar que el desarrollo de ambos modelos está inspirado en la teoría de Sachs y Kotlikoff (2012), donde muestran el efecto de la tecnología y el salario en los trabajadores jóvenes, adultos, trabajadores cualificados y no cualificados, todo ello se ha explicado anteriormente en este mismo capítulo. Por lo tanto, a partir de ambos modelos se pretende conocer los efectos y la relación que existe entre salario y capital respecto a los trabajadores jóvenes, adultos, trabajadores administrativos y operarios. El primer modelo es a partir de los salarios, y el segundo del capital, como puede verse a continuación:

Modelo de salarios reales, edad y tipo de trabajadores del sector manufactura

La estructura del modelo MCO, se basa en analizar el efecto y la relación de los trabajadores jóvenes, trabajadores adultos, trabajadores operarios y trabajadores administrativos del sector manufactura sobre los salarios reales del sector, en el periodo 2000-2018, es importante mencionar que dentro del modelo se incorpora una variable estadística (*dummy*) con el objetivo de corregir los residuos del modelo, el cual permite darle mayor validez a las pruebas estadísticas del modelo, por tanto, se presenta el siguiente sistema de ecuaciones:

Salarios reales

$$= \alpha - B_1 \text{ juvenes} - B_2 \text{ adultos} - B_3 \text{ administrativos} - B_4 \text{ operarios} \\ - B_5 \text{ Dummy} - \mu$$

$Y = \text{Salarios reales medios mensuales cotizables, sector privado y público (salarios)}$

$X = \text{Trabajadores Jóvenes (jóvenes)} + \text{Trabajadores Adultos (adultos)}$
 $+ \text{Trabajadores Administrativos (Administrativos)}$
 $+ \text{Trabajadores Operarios (operarios)} + \text{variable estadística (dummy)}$

Modelo de capital, edad y tipo de trabajadores del sector manufactura

De igual manera se utiliza un modelo econométrico de regresión lineal, con el objetivo de conocer el efecto y la relación que existe de los trabajadores jóvenes, trabajadores adultos, trabajadores operarios y trabajadores administrativos del sector manufactura, sobre el capital del sector, en el periodo 2000-2018, al igual que el modelo de salarios, se incorpora una variable (*dummy*), por tanto, se presenta el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\text{Capital} = \alpha - B_1 \text{jovenes} - B_2 \text{adultos} - B_3 \text{administrativos} - B_4 \text{operarios} - B_5 \text{Dummy} - \mu$$

$Y = \text{Capital del sector Manufactura (capital)}$

$X = \text{Trabajadores Jóvenes (jóvenes)} + \text{Trabajadores Adultos (adultos)}$
 $+ \text{Trabajadores Administrativos (Administrativos)}$
 $+ \text{Trabajadores Operarios (operarios)}$

Donde como hipótesis, se espera que el salario y el capital tengan una relación inversa con los trabajadores jóvenes y trabajadores operarios, así como una relación directa con los trabajadores adultos y trabajadores administrativos. De forma que, por ejemplo, el salario y el capital reaccionen de forma negativa con un trabajador joven, así como con un trabajador operario, mientras que ocurra lo contrario con trabajadores adultos y administrativos.

En primer lugar, es necesario comprobar que las variables son significativas dentro de ambos modelos, en este caso, en el **modelo de salarios reales** todas las variables son significativas, con un t estadístico mayor a 2 en valor absoluto y con una probabilidad menor al 5 %, excepto la variable jóvenes con un t estadístico inferior a 2 en términos absolutos, de igual manera el

modelo de capital, todas las variables son significativas, excepto la variable jóvenes. Asimismo ambos modelos presentan un R cuadrado mayor al 90%, es decir que ambos modelos están explicados en su mayoría por cada variable, siendo modelos significativos y relevantes.

En el modelo de salarios reales la prueba Durbin Watson es de 1.99 y el correlograma de los residuos cuadrados demuestran que no existe correlación en el modelo (**véase anexo 42**). Asimismo, el modelo de capital no presenta autocorrelación con un valor de Durbin Watson de 2.27 y el correlograma de los residuos cuadrados presentan una probabilidad mayor al 5 % (**véase anexo 47**). En cuanto a normalidad, el modelo de salarios reales presentan un Jarque-Bera de 3.70 y 2.04 para el modelo de capital, por tanto, ambos modelos presentan normalidad (**véase anexos 43 y 48**).

Igualmente, la prueba de heterocedasticidad es superada en ambos modelos, ya que el Chi-cuadrado es mayor al 7% en ambos (**véase anexos 44 y 49**), por tanto, a partir de las pruebas anteriores se comprueba que el **R cuadrado** de ambos modelos es válido con un valor superior al 90%, por tanto, **ambos modelos son válidos**. Todo lo anterior resumido en **Tabla 3**, de igual forma, las salidas de las regresiones pueden observarse en los **anexos 41 y 46**.

A pesar, que los modelos han superado las pruebas estadísticas, lo cual les brinda validez, se realizaron dos modelos lineales generalizados (variable independiente “x” explica a una variable dependiente “y”, mediante la transformación de la variable respuesta, ajustado en proporciones), en el primer modelo (MLG) se comparan los salarios reales respecto a los trabajadores jóvenes, adultos, operarios y administrativos, en el segundo modelo (MLG) se compara el capital respecto a los trabajadores jóvenes, trabajadores adultos, trabajadores operarios y administrativos, en el cual se utilizan como variables dependientes los salarios reales y el capital, y las variables dependiente los trabajadores jóvenes, adultos, trabajadores operarios y administrativos. En ambos modelos generalizados se utilizan las variables utilizadas en el modelo (MCO), todo ello con el objetivo de comprobar la solidez de los resultados.

Las relaciones entre las variables y los valores de los coeficientes resultan ser exactamente igual en el modelo de mínimos cuadrados ordinarios y en el modelo lineal generalizado (**véase anexo 45 y 50**), por lo tanto, los resultados encontrados tienen mayor robustez.

Tabla 3: Pruebas a los modelos LS Salarios reales y Capital contrastados con Trabajadores Jóvenes, Trabajadores Adultos, Trabajadores Operarios y Administrativos del sector Manufactura, en el periodo 2000-2018

<i>Prueba</i>	<i>Modelo salarios reales Valor</i>	<i>Modelo Capital Valor</i>	<i>Rango</i>
<i>R cuadrado</i>	0.989%	0.944%	Mayor a 80%
<i>T estadístico</i>	-5.97 y 2.03	-3.66 y 1.71	Mayor a 2 en valor absoluto
<i>Durbin-Watson</i>	1.21	1.74	Cercano a 2
<i>Normalidad</i>	6.65	0.58	Menor a 5.99
<i>Kurtosis</i>	4.93	2.71	Cercano a 3
<i>Heteroscedasticidad</i>	62.9%	72.6%	Mayor al 7%

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples.

A partir de los resultados en ambos modelos, se pueden observar las relaciones entre las variables independientes y las variables dependientes, en este caso se comprueba la hipótesis donde los salarios y capital mantienen un relación inversa con respecto a los trabajadores jóvenes del sector manufactura, es decir que ante un aumento de los trabajadores jóvenes en el sector manufactura, los salarios y el capital se ven afectados de manera negativa, desfavoreciendo esto a los jóvenes, ya que si aumentan la cantidad de trabajadores jóvenes caen los salarios, además, si disminuyen los trabajadores jóvenes aumenta el capital, siendo sustitutos y no complementarios con este factor **(véase anexo 41 y 46)**.

Ello suma a la teoría de Sachs y Kotlikoff (2012), quienes comprueban que las máquinas sustituyen la mano de obra joven, la cual es poco cualificada por la baja experiencia y menos años de estudio, generando una disminución en los salarios, limitándolos al ahorro e inversión para obtener más habilidades, así como Acemoglu y Restrepo (2018) igualmente demuestran que las personas de mediana edad son las más afectadas por la automatización, porque hacen tareas más sustituibles, cayendo así sus salarios.

Por otro lado, se siguen aceptando las hipótesis, ya que para ambos modelos tanto los salarios como el capital tienen una relación directa con los trabajadores adultos, es decir que ante un aumento de los trabajadores adultos del sector manufactura, los salarios y el capital se ven afectados positivamente, en el periodo 2000-2018, quedando en ventaja con relación a los jóvenes, ya que si los adultos aumentan, los salarios igualmente aumentan, y pueden complementarse con el capital, porque si aumentan los adultos, disminuye el capital **(véase anexo 41 y 46)**.

Esto se explica con la investigación de Sachs y Kotlikoff (2012), señalando que la innovación tecnológica (más capital) aumenta la productividad de la misma, disminuyendo la productividad marginal de los trabajadores no cualificados, desarrollándose una diferencia salarial, elevando los ingresos de la generación con más edad y disminuyendo el de los jóvenes, así como Acemoglu y Restrepo (2018) explican las ventajas de las personas con mayor edad, ya que suelen emplearse en tareas no relacionadas con la producción.

De igual manera, los trabajadores operarios en el sector manufactura, mantienen una relación inversa con los salarios y capital, es decir que en caso se realice un aumento de trabajadores operarios en el sector manufactura, el salario y el capital en el sector manufactura se ve afectado negativamente, en el periodo 2000-2018 **(véase anexo 41 y 46)**. Es importante recalcar que los trabajadores operarios tienen menos años de estudio que los administrativos, dejando en desventaja a los trabajadores que han estudiado menos, es decir menos cualificados, relacionándose ello con lo investigado por Acemoglu y Restrepo (2018), donde los trabajadores más relacionados con la producción son los más afectados por la automatización, existiendo un sesgo hacia las habilidades.

Por el contrario, los trabajadores administrativos mantienen una relación directa con los salarios y capital, es decir que ante un aumento de los trabajadores administrativos del sector manufactura, los salarios y el capital se ven afectados positivamente, en el periodo 2000-2018, **(véase anexo 41 y 46)**, estando en mejor posición aquellos trabajadores que han estudiado más años y están mejor cualificados. Ello tiene relación con las habilidades adquiridas, mencionadas por Sachs y Kotlikoff (2012), porque mientras más años de estudio tenga un trabajador, más posibilidades tiene de complementarse con la nueva maquinaria, e igualmente, tienen la capacidad de ahorrar e invertir, generando más ingresos para estas personas, las cuales tienen una edad mayor.

Por lo tanto, a partir de ambos modelos se puede afirmar que los trabajadores jóvenes y trabajadores operarios se ven afectados en salarios y capital del sector manufactura, debido a la relación inversa que mantienen, y los trabajadores adultos y trabajadores administrativos se vuelven complementarios de los salarios y capital del sector manufactura, en el periodo 2000-2018, comprobándose todas las hipótesis.

En este caso, los jóvenes tienen múltiples desafíos frente al futuro tecnológico, de forma que se ven afectados en salarios y en plazas disponibles, ya que de acuerdo con las tendencias los trabajos de jóvenes, así como las personas con menos años de estudio, disminuyen en el sector manufactura. Ello se puede comprobar con los modelos, donde el capital y los salarios tienen una relación negativa con jóvenes y operarios (menores años de estudio), quedando en evidencia que los adultos con mayor experiencia prevalecen trabajando en el sector, tienen mayores oportunidades de complementarse con el capital, y no presentan tendencias negativas.

En igual sentido, todos los sectores económicos salvadoreños requieren de fuerza laboral más calificada y capacitada para que se vea impulsado el crecimiento económico, siendo una de las razones por las que la juventud no está respondiendo a las necesidades de la manufactura. USAID (2017) respalda ello señalando que la oferta de puestos de trabajo en la manufactura (8,000 al año aproximadamente) no se satisface por completo, a pesar de los 80,000 jóvenes que buscan empleo cada año, debido a que los aplicantes no cumplen con los requisitos, destacándose el lugar de residencia, así como la experiencia, habilidades y conocimientos que deben tener los jóvenes, ya que existe poca disposición para capacitaciones.

Se puede pensar que habrá un punto en que el sector manufactura tenga problemas de envejecimiento, no obstante, Acemoglu y Restrepo (2018), indican que las industrias propensas a la automatización, en este caso la manufactura, que tienen una cantidad considerable de trabajadores con mayor edad, puede adoptar nuevas tecnologías y eso les generará mayor productividad, entonces, las industrias no tienen problema con aumentar el desempleo a través de la automatización. Incluso, en nivel macroeconómico, Acemoglu y Restrepo (2017) demuestran que las economías con capacidad de adoptar nuevas tecnologías pueden contrarrestar los decrecimientos económicos provocados por el envejecimiento de su población.

En conclusión, las próximas generaciones sí están en desventaja dentro del sector manufactura, el cual exige experiencia y cualificación, ya que las tendencias existentes provocan una depresión en los salarios para quienes han estudiado menos años. En las palabras de Sachs y Kotlikoff (2012), aunque los salarios por especialización y rendimiento de capital aumenten, el impacto de las máquinas reduce el bienestar de toda la vida de la generación actual y las próximas.

Asimismo, quienes se encuentran en una peor posición son las mujeres, en temas de desigualdad, quienes ha quedado demostrado que en el sector ganan menos que los hombres, entonces, una mujer joven con pocos años de estudio es muy susceptible a tener salarios bajos, además de ser reemplazada por capital.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo de investigación ha buscado relacionar el cambio tecnológico con el nivel de empleo del sector manufactura de El Salvador en el período de 2000 a 2018 a partir de diversas perspectivas, ya que las teorías que abordan la vulnerabilidad de la mano de obra frente a la tecnología lo hacen desde el nivel de cualificación, tipo de trabajadores, la rutina, edad, entre otros. Por ello, a continuación, se presentan los hallazgos más importantes que se han observado.

En primer lugar, en El Salvador no se ha logrado concretar el proceso de industrialización, ya que se ha dado un salto inmediato al sector servicios y la terciarización, esto hace que los avances tecnológicos no se efectúen en su totalidad y al ritmo de los países desarrollados, por esta razón no existe una contabilización de robots o inteligencia artificial, sino que la tecnología ha sido tomada a partir de la participación del capital en el sector. En este sentido, tal variable ha tenido un comportamiento ascendente en el período, no obstante, el peso del capital en la manufactura salvadoreña es leve y no se tienen profundos cambios tecnológicos e innovación, esto tiene que ver con el poco incentivo en inversión y desarrollo de la tecnología en el país.

A pesar de los niveles bajos de capital en la industria manufacturera, el aumento de éste ocasiona desplazamiento de la mano de obra salvadoreña, esto puede observarse en el capítulo 2 con el modelo econométrico que relaciona el empleo con la participación del capital, dando como resultado una relación inversa. En este caso, efectivamente el capital puede desplazar la mano de obra a un nivel arriba del 10%, siendo incluso más fuerte que el efecto directo y positivo que el valor agregado tiene en el empleo.

Asimismo, el efecto de desplazamiento presenta una diferenciación a partir del tipo de trabajadores del sector manufactura, ya que se ha observado una relación directa entre los trabajadores administrativos con la participación de capital, y ocurre lo contrario con los trabajadores operarios. Es decir que según su trabajo, hay mano de obra más expuesta al desplazamiento que otra, denotando complementariedad con la tecnología por parte de los cargos administrativos. A pesar de ello, el trabajo operativo es mayoría en el sector, por lo que existe un estancamiento en la innovación y en la capacitación de los trabajadores, sin embargo, con una aplicación tecnológica significativa, la mayor parte de empleados se verían vulnerables al desplazamiento. Igualmente, en el capítulo 4 de la investigación se observa un decrecimiento de trabajo operativo y una tendencia al crecimiento del administrativo.

Por otra parte, el sector manufactura salvadoreño respecto al de América Latina y El Caribe no muestra variaciones agudas, sin embargo, al compararse con Estados Unidos las diferencias son pronunciadas, debido al estancamiento tecnológico y de industria que El Salvador presenta en la manufactura, a pesar de ello la productividad por trabajador en el sector ha tenido comportamientos positivos, esto se explica por la saturación del sector servicios debido al movimiento de trabajadores entre sectores, y en menor medida por el aumento de la participación del capital.

El sector manufacturero es el que más equidad presenta entre hombres y mujeres, sin embargo, en el período 2000-2018, en promedio, la participación de hombres es mayor en áreas administrativas, es decir las menos propensas al desplazamiento, mientras que en lo operativo existe una distribución equitativa entre hombres y mujeres. No obstante, la crisis económica de 2008 impactó en mayor medida a las mujeres por diversas razones, entre ellas la intensificación del trabajo del cuidado. Por otro lado, dos de cada tres funcionarios y directores en la industria manufacturera son hombres, siendo estos cargos menos vulnerables a la automatización, además, este sector presenta salarios reales menores para las mujeres, a tal punto que a mayor años de estudio, mayor es la brecha salarial no menor a un 20%.

Por tanto, las mujeres se encuentran más expuestas que los hombres frente al cambio tecnológico, ello se deduce a partir de los tipos de trabajo y actividades que ejecutan dentro del sector, los cuales denotan menos cualificación y menos complementariedad con la tecnología y el capital, es por esto que la oportunidad que tienen las mujeres ante la innovación depende de las decisiones y políticas que dentro de la manufactura se tomen, donde el punto de partida sea la capacitación y la horizontalidad del conocimiento y las decisiones.

A partir del 2017 existe una mayor cantidad de adultos que jóvenes trabajando en el sector manufactura salvadoreño, mientras que las personas con más de 55 años han tenido estabilidad laboral durante todo el período de estudio, no obstante, todos han sido afectados por la crisis del 2008. Del mismo modo, se presenta un decrecimiento de la participación laboral de las personas que tienen menos de 10 años de estudio, ocurriendo lo contrario con quienes han estudio más años, denotando una mayor demanda laboral a futuro de personas más calificadas. Con esto hay que tener en cuenta que una persona adulta ha tenido más tiempo para poder formarse académicamente que un joven.

De manera análoga, se ha encontrado que el capital y los salarios tienen una relación inversa respecto a los trabajadores operarios y jóvenes, mientras responden directamente con

trabajadores administrativos y adultos. Entonces, la industria manufacturera tiende a favorecer a quienes presentan más años de estudio, edad, y con más habilidades adquiridas, quedando vulnerables ante el capital e ingresos aquellos que no cumplen tales expectativas, por esta razón la juventud y nuevas generaciones tienen mayores desafíos frente al cambio tecnológico, ya que deben superarse en conocimientos, a pesar de que ello no les asegure un puesto laboral digno y seguro.

Por lo tanto, el sector manufactura salvadoreño, si bien es cierto no tiene un peso profundo de tecnología, presenta comportamientos donde las personas jóvenes, mujeres, así como los menos cualificados y de trabajos operarios pueden verse amenazados a nivel de ingresos y desplazamiento a causa de una inyección de capital que signifique innovación y cambio tecnológico.

Igualmente, es fundamental tener en cuenta que la pandemia del COVID-19 en el año 2020 profundiza la vulnerabilidad de los trabajadores y trabajadoras, sobre todo en este sector que depende de las exportaciones y la producción en fábricas, por tanto las proyecciones pueden verse afectadas negativamente en el nivel de empleo y la calidad de éste en el sector, esto llega a complicar en mayor medida a mujeres y jóvenes que deseen emplearse en la industria manufacturera, asimismo los desafíos se vuelven más grandes para las nuevas generaciones que se van desarrollando.

RECOMENDACIONES

Con todo lo anterior, es necesario establecer ciertas recomendaciones para que los trabajadores y las trabajadoras no sean desplazadas en su totalidad y tengan un soporte dentro del mercado laboral de la manufactura salvadoreña.

La primera recomendación gira entorno a la visible ventaja que tienen los trabajadores cualificados al momento de un cambio tecnológico en los procesos productivos. Es necesario hacer énfasis que existen limitantes más allá de la tecnología para los trabajadores y obtener una educación digna es uno de ellos.

Es fundamental que se evalúen las políticas que rigen los sistemas educativos nacionales, para que los trabajadores futuros sean cualificados y puedan complementarse con las nuevas tecnologías. La educación de calidad es clave para que la mano de obra futura sea cualificada y competitiva en los escenarios tecnológicos a futuro, asimismo, esto podría generar una mayor estabilidad económica para la población económicamente activa, no se puede hablar de la implementación tecnológica sin llevar de la mano la reestructuración educativa para evitar un rezago respecto al ritmo de los otros países.

El tema de la educación y la tecnología es muy amplio, ya que se requiere la interacción de múltiples actores para poder tener resultados positivos y que se logren nuevas cualificaciones exigidas por la tecnología. Por ello, otra recomendación está enfocada directamente al sector manufactura, ya que tienen un papel primordial en la economía salvadoreña.

Se ha optado por recomendar una política fiscal que ayude a disminuir la vulneración de los trabajadores, a la vez que se promueve la innovación tecnológica en el sector.

Esta política se basa en decisiones de gravados y transferencias. El gobierno debe de imponer un impuesto a la ganancia a los dueños de las empresas manufactureras, en este sentido, el destino de este gravamen tiene distintas vías, a partir de los problemas principales, anteriormente mencionados, es decir el desplazamiento y la desigualdad salarial.

La primera vía de es hacer transferencias directas hacia la implementación de escuelas especializadas para sus trabajadores y así la mano de obra puede desarrollarse en los rubros donde el sector necesita tener una mayor participación del personal. En este punto se pueden observar dos situaciones beneficiosas para los trabajadores: la primera es la oportunidad de crecer profesionalmente dentro del mismo sector y adquirir nuevas habilidades cognitivas gracias a estas escuelas especializadas; por otra parte, los trabajadores no se verían desplazados de su trabajo y se posicionarían en las áreas donde han sido preparados por el mismo sector. Para lograr esto es fundamental que las industrias dediquen recursos y tiempo a estas escuelas de capacitación, y el gravamen ayuda a solventar esto.

La capacitación continua de los trabajadores también significa mayores habilidades y menos susceptibilidad al desplazamiento, por lo que entra en juego el nivel de salarios, donde se ha demostrado que los trabajadores operativos, jóvenes y mujeres son quienes se encuentran en desventaja, entonces, la segunda vía de transferencia del gravamen es directamente al objetivo de nivelar salarios de estos grupos más vulnerables. El aumento salarial, es fundamental

remarcar, que es para desarrollar equidad salarial y eliminar estas brechas entre los trabajadores de la industria manufacturera.

La tercera vía con el gravamen tiene que ver con una inversión directa a las maquinarias ocupadas en los procesos de producción y de esa manera se pueda observar un retorno para el gobierno, de tal forma se lograría aumentar la inversión en tecnología e innovación, fortaleciendo el proceso de industrialización en el país. Teniendo en cuenta que las tecnologías deben complementarse con los trabajadores que continuamente se capaciten.

Es necesario remarcar la obligación que se tiene con las mujeres, ya que a través del estudio se logra deducir que son ellas las que perciben el impacto de la automatización profundamente, porque el tipo de actividades que realizan son las más susceptibles al desplazamiento del cambio tecnológico, asimismo son las que actualmente son víctimas de la brecha salarial.

Entonces, para apalear tal situación, se deben crear espacios de capacitación para que la cualificación no sea un motivo que vulnere a las mujeres. Igualmente, se deben eliminar las brechas salariales porque las mujeres y los hombres tienen la capacidad de elaborar las mismas funciones dentro de un proceso productivo. De igual manera, es necesaria una política de inclusión, donde haya equidad en los cargos de directivos y gerenciales, para que las mujeres tengan la misma oportunidad de decisión que los hombres en la industria manufacturera, asimismo se logra minimizar el peligro del desplazamiento.

En el mismo sentido, las nuevas generaciones tienen el derecho de entrar al mundo laboral con un empleo fijo y salario digno. No obstante, esto se vuelve cada vez más complicado teniendo en cuenta el débil sistema educativo, donde es una mínima parte de la población que logra estudios universitarios, así como la flexibilización laboral impulsada por el modelo neoliberal, donde los derechos laborales, estabilidad laboral y oportunidades de formación se ven obstaculizados. En este caso se conoce que el sector manufactura exige habilidades y capacitación en ciertas áreas, por lo que es más difícil para la juventud cumplir con tales expectativas, quedando así un sector con menos jóvenes y más adultos con estabilidad laboral, sin pensar en las consecuencias que ello trae a largo plazo para la economía y el sector en sí.

Por tanto, se considera que esta política es de gran ventaja para todo el sector manufactura, ya que los trabajadores en desventaja se encuentran incentivados a través de capacitaciones, ingresos y nueva maquinaria, aumentando los niveles de productividad por la vía tecnológica, a su vez que se estimula el consumo de un sector de la población, por lo que el sector se vuelve más competitivo a nivel nacional e internacional.

BIBLIOGRAFÍA

Acemoglu, D., 2002. Technical Change, Inequality, and the Labor Market. *Journal of Economic Literature*, XL(March 2002), pp. 7-72.

Acemoglu, D. & Restrepo, P., 2017. *Secular stagnation? The effect of aging on economic growth in the age of automation*. Massachusetts: NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH.

Acemoglu, D. & Restrepo, P., 2018. *Automation and New Tasks: The Implications of the Task Content of Technology for Labor Demand*. s.l.:Journal of Economic Perspectives.

Acemoglu, D. y. R. P., 2017. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH. [Online] Available at: <http://www.nber.org/papers/w23285>

Andrew Berg, E. B. L. F. Z., 2018. *Should We Fear the Robot Revolution? (The Correct Answer is Yes)*, Bloomington: International Monetary Fund.

Arteaga, A., Medellín, E. & Santos, M. J., n.d. *Dimensiones Sociales del Cambio Tecnológico*, Ciudad de México : UNAM.

ASI, A. S. d. I., 2019. *Balance Preliminar de Desempeño Económico*, San Salvador: s.n.

Banco Central de Reserva (BCR), n.d. *Producto Interno Bruto por Rama de Actividad Económica a Precis Constantes*. [Online] Available at: <https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/?cdr=30&lang=es>

BCR, B. C. d. R. d. E. S., 2009. *El Rol de la Industria Manufacturera en los países en desarrollo: ¿Qué Rol debe jugar la Industria salvadoreña?*, San Salvador: Tópicos Económicos.

BCR, B. C. d. R. d. E. S., 2018. *Informe Macroeconómico Diciembre*, San Salvador: s.n.

Beaudry, P., Green, D. A. & Sand, B. M., 2013. *The Great Reversal in the Demand for Skill and Cognitive Tasks*, Vancouver: University of British Columbia and NBER .

Bravo Juan, G. A. y. S. H., 2018. *Automatización e Inteligencia Artificial: Desafíos del Mercado Laboral*, Santiago, Chile: CLAPES UC.

Brussevich, M. et al., 2018. *Gender, Technology, and the Future of Work*. Fiscal Affairs and Human Resources Departments ed. s.l.:IMF Staff.

Cambridge University Press, n.d. *Workforce*. [Online] Available at: <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/workforce> [Accessed 9 Junio 2020].

Carrillo, D. & Vázquez, J. L., 2008. *Automatización de un invernadero con el PLC S7-200*, Zacatecas : Universidad Autónoma de Zacatecas .

CEPAL, C. E. p. A. L. y. e. C., 2020. *COVID-19 tendrá graves efectos sobre la economía mundial e impactará a los países de América Latina y el Caribe*. Washington, Prensa CEPAL.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019. *La autonomía de las mujeres en escenarios económicos cambiantes*, Santiago : LC/CRM. 14/3.

CONAMYPE El Salvador, 2018. *Más de 300 mil micro, pequeñas empresas y emprendimientos registra última encuesta MYPE*. [Online] Available at: <https://www.conamype.gob.sv/blog/2018/12/20/mas-de-300-mil-micro-pequenas-empresas-y-emprendimientos-registra-ultima-encuesta-de-la-mype/#:~:text=Estas%20MYPE%20logran%20ocupar%20en,462%2C959%20mujeres%20y%20a%20391%2C773%20hombres>.

[Accessed 20 junio 2020].

Frey, C. B. & Osborne, M., 2013. *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation*, Oxford: Oxford and Martin Programme on Technology and Employment.

Gerbert Philip, L. M. ,. R. M. ,. W. M. ,. J. J. E. P. a. H. M., 2015. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, Munich: Boston Consulting Group.

Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), 2018. *Anuario de Estadísticas 2017*, San Salvador : Unidad de Desarrollo Institucional .

Martínez, J. E., 2009. *Crisis Económica y Crisis Social en El Salvador: un análisis desde las mayorías populares y desde la economía solidaria*, El Salvador: Departamento de Economía (UCA El Salvador).

Mason, R. L. y. A., 2017. El costo de envejecer. *IMF Crecimiento*, Volume Finanzas y desarrollo, pp. 7-9.

Ministerio de Economía, Dirección General de Estadística y Censos, 2011. *Clasificación de actividades económicas de El Salvador (CLAEES)*, San Salvador: Unidad de Muestreo y Clasificadores.

N. Gujarati, D. & C. Porter, D., 2010. *Econometría*. México, D.F.: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V..

ORMUSA, 2016. *Mujer y Mercado Laboral*, El Salvador, Centro América : ORMUSA.

ORMUSA, 2019. *El Salvador El futuro del trabajo con la industria 4.0*, San Salvador : s.n.

Palma Martos, L., 2010. *Diccionario de Teoría Económica*. Madrid : Ecobook- Editorial del Economista.

Poole, D., Mackworth, A. & Goebel, R., 1998. *Computational Intelligence a logical approach*. Primera ed. Oxford: Oxford University Press.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015. *Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico*. [Online]

Available at: https://www.sv.undp.org/content/el_salvador/es/home/sustainable-development-goals/goal-8-decent-work-and-economic-growth.html

[Accessed 8 Junio 2020].

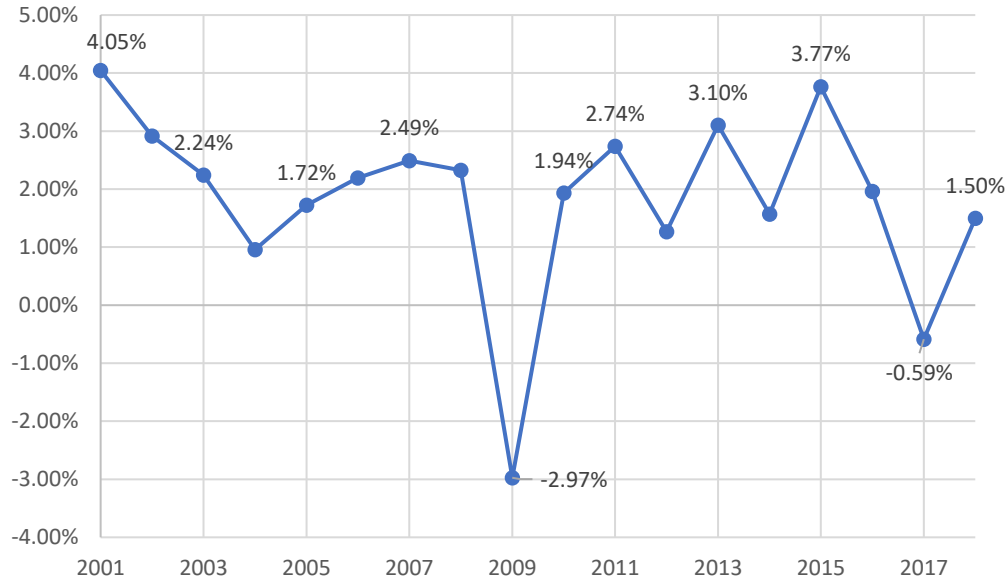
Rodríguez Pérez Reyna, E. A. C. J., 2016. Cambios en la inversión tecnológica y su relación con la desigualdad salarial y productividad laboral en la manufactura de Méxicio. *Expresión Económica* , Universidad de Guadalajara, Issue 36, pp. 50-70.

USAID, 2017. *Proyecto de USAID Puentes para el empleo Evaluación del Mercado Laboral*, El Salvador: JBS International .

Zeira J. (1998). *Workers, Machines, and Economic Growth*. OXFORD JOURNALS, 113, No. 4, pp. 1091-1117.

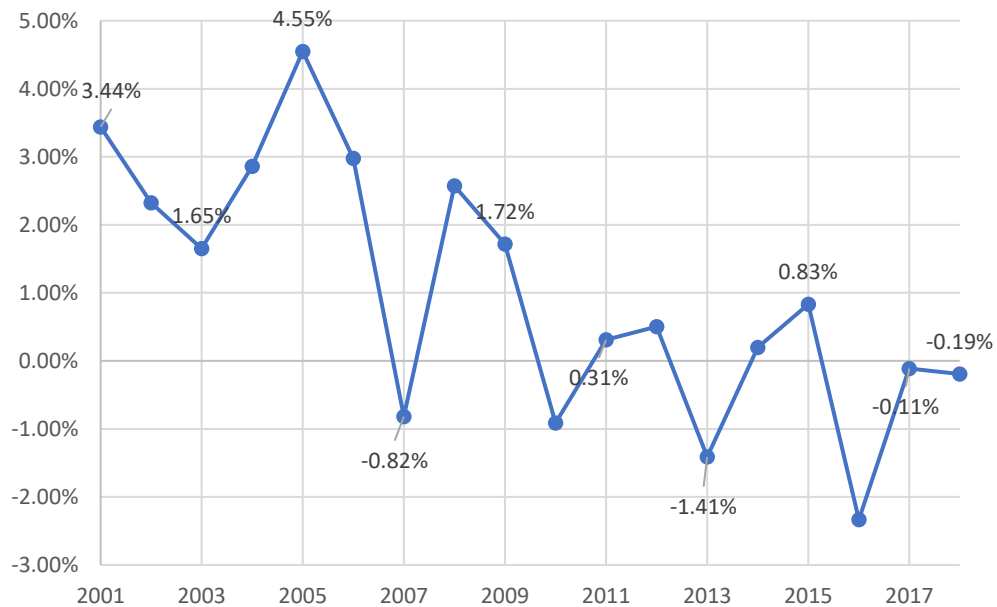
ANEXOS

Anexo 1. Tasa de crecimiento del PIB del sector manufactura en El Salvador, en el periodo 2000-2018



Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos del BCR.

Anexo 2. Tasa de crecimiento de la productividad laboral del sector manufactura en El Salvador, en el periodo 2000-2018



Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos del BCR.

Anexo 3. Salarios reales medios mensuales y trabajadores cotizantes del sector público y privado del sector manufactura, en el periodo 2000-2018

Año	Salarios reales medios mensuales cotizables, sector privado y público del sector manufactura	Trabajadores cotizantes sector privado y público del sector manufactura
2000	\$ 198.6	165,797.00
2001	\$ 214.2	166,770.00
2002	\$ 230.1	167,743.00
2003	\$ 246.3	168,716.00
2004	\$ 253.9	165,596.00
2005	\$ 264.0	161,121.00
2006	\$ 275.6	159,900.00
2007	\$ 288.2	165,239.00
2008	\$ 296.4	164,837.00
2009	\$ 316.6	150,050.00
2010	\$ 323.4	156,243.00
2011	\$ 317.6	161,703.00
2012	\$ 326.0	161,194.00
2013	\$ 329.6	168,242.00
2014	\$ 337.2	169,993.00
2015	\$ 353.9	174,641.00
2016	\$ 379.1	176,500.00
2017	\$ 405.2	182,338.00
2018	\$ 415.9	183,311.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto del Seguro Social (ISSS).

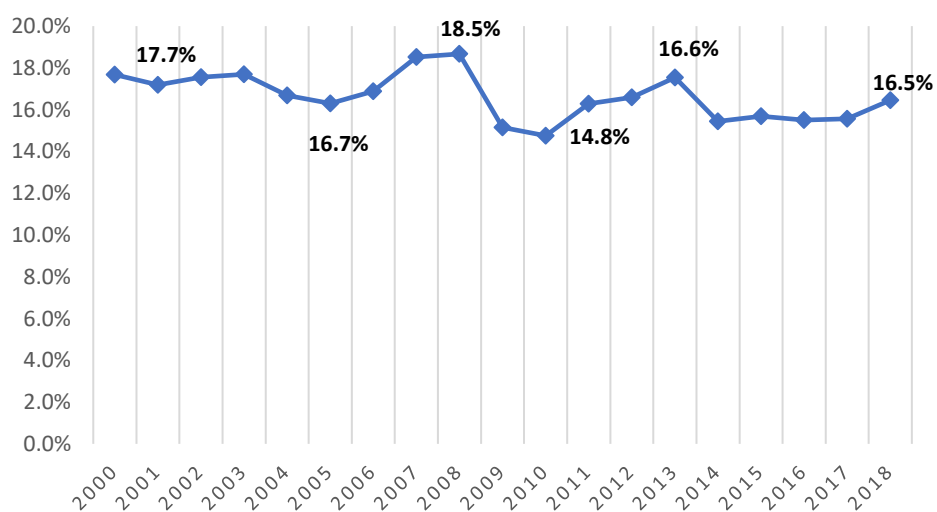
Anexo 3. Salarios reales mensuales y trabajadores del sector público y privado del sector manufactura, en el periodo 2000-2018

Año	Salarios reales mensuales, sector privado y público del sector manufactura	Trabajadores sector privado y público del sector manufactura
2000	\$ 169.99	329,422.73
2001	\$ 168.86	334,689.91
2002	\$ 178.88	339,957.09
2003	\$ 185.13	345,224.27
2004	\$ 196.90	350,491.45

2005	\$ 216.44	355,758.64
2006	\$ 225.43	361,025.82
2007	\$ 226.36	366,293.00
2008	\$ 236.45	400,890.00
2009	\$ 245.81	360,223.00
2010	\$ 230.89	289,672.00
2011	\$ 229.11	381,781.00
2012	\$ 244.87	397,046.00
2013	\$ 236.30	388,045.00
2014	\$ 241.87	396,656.00
2015	\$ 257.57	429,977.00
2016	\$ 265.38	416,313.00
2017	\$ 286.05	430,122.00
2018	\$ 298.23	424,232.00

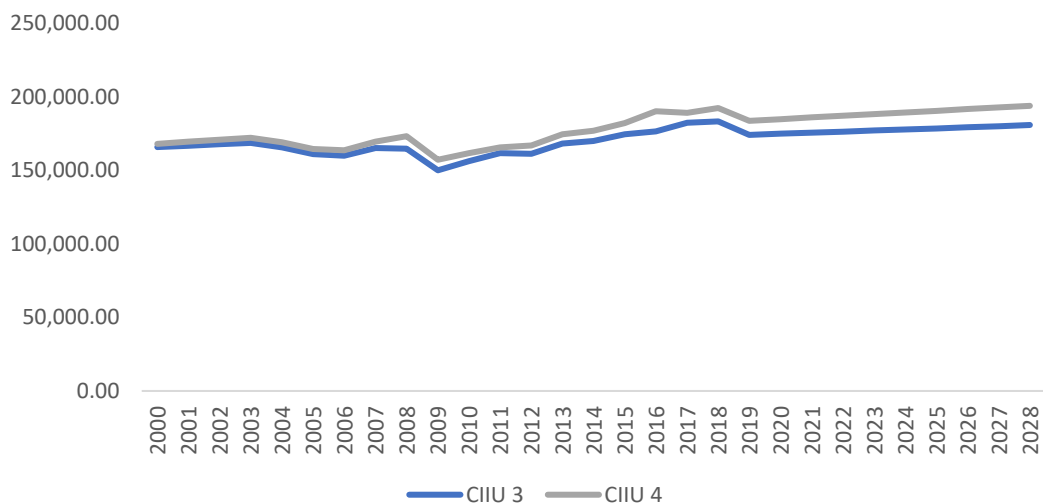
Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Anexo 4. Formación Bruta de capital respecto al PIB, en el periodo 2000-2018



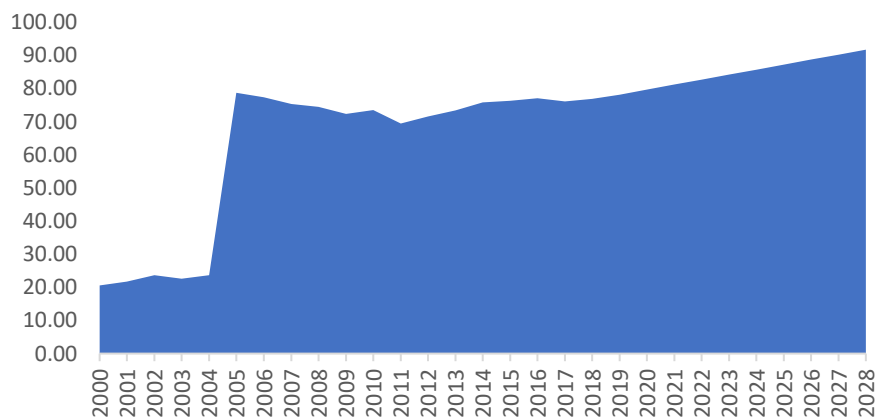
Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos del Banco Mundial.

Anexo 5. Trabajadores cotizantes del sector manufactura privado y público del 2000 al 2008



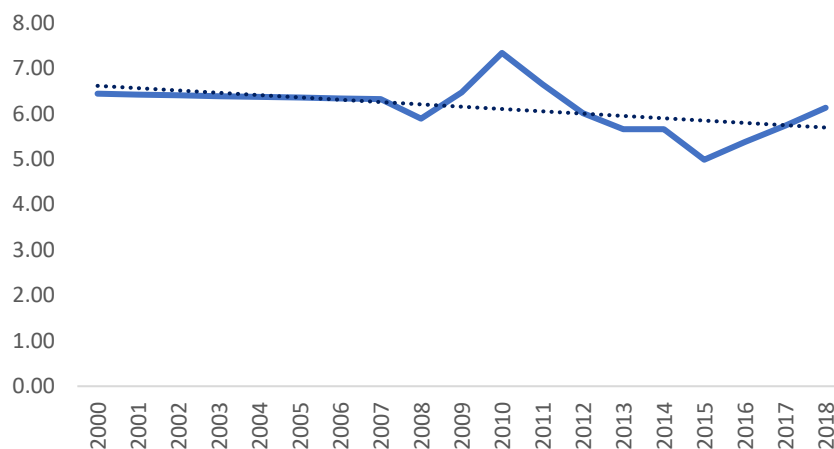
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto del Seguro Social (ISSS).

Anexo 6. Exportaciones de productos manufacturados respecto al porcentaje de las exportaciones de mercaderías del 2000 al 2028



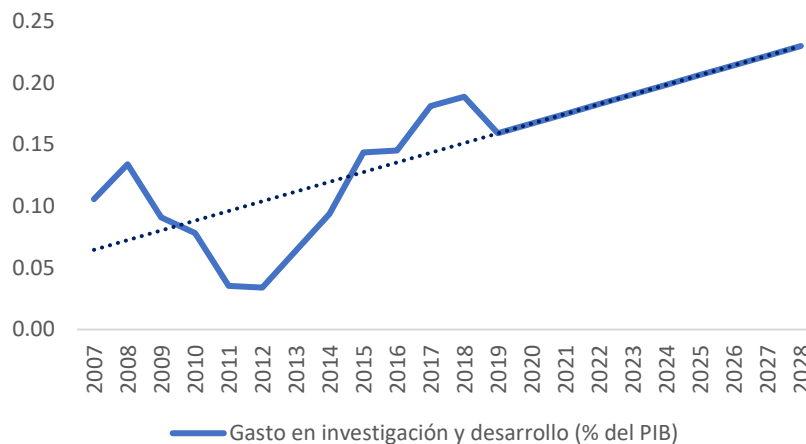
Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos del BM.

Anexo 7. Exportaciones de productos de alta tecnología respecto al porcentaje de las exportaciones de productos manufacturados, en el periodo 2000-2018



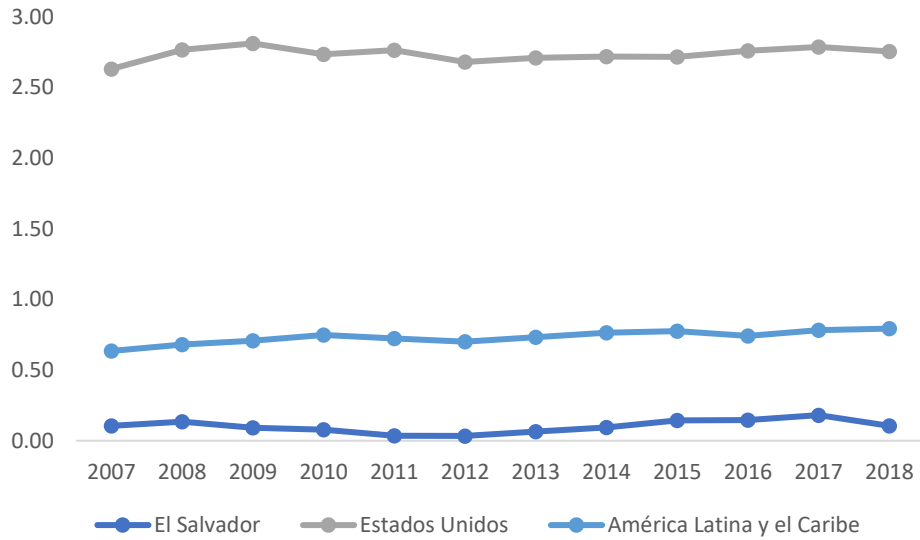
Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos del BM.

Anexo 8. Gasto en investigación y desarrollo respecto al PIB, en el periodo 2000-2028



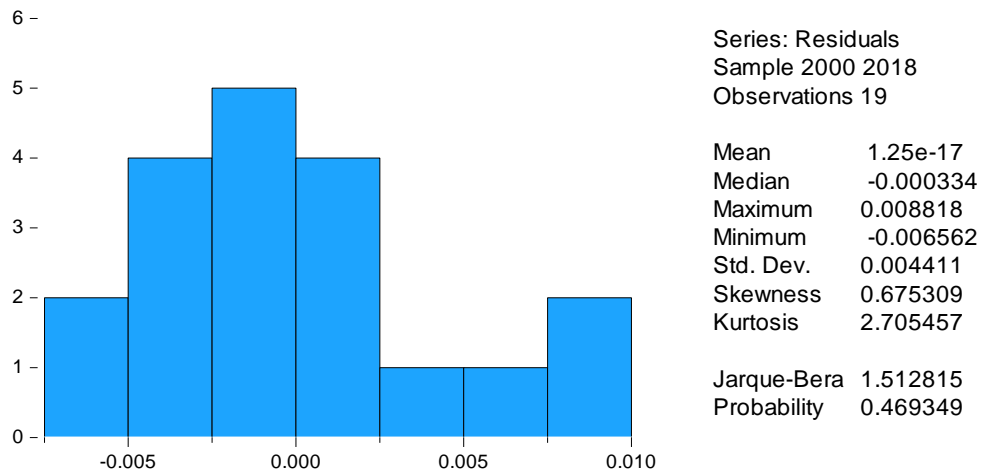
Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos del BM.

Anexo 9. Gasto en Investigación y Desarrollo respecto al PIB, en el periodo 2007-2018



Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos del BM.

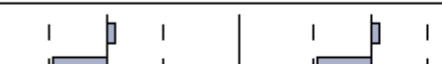
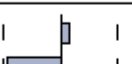
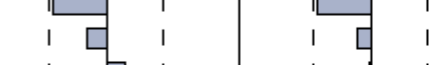


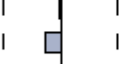
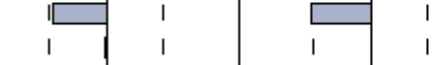


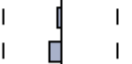

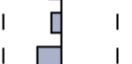


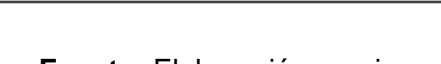
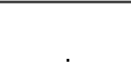
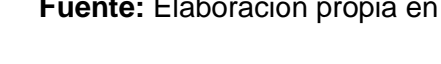
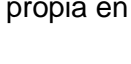




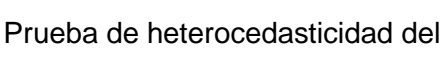
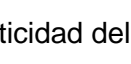
ANEXO 10. Prueba de normalidad en el modelo



Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BM y la OIT.

ANEXO 11. Prueba de autocorrelación del modelo

Date: 06/05/20 Time: 18:31
 Sample: 2000 2025
 Included observations: 19

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.070	0.070	0.1074	0.743
		2	-0.414	-0.421	4.1363	0.126
		3	-0.153	-0.101	4.7221	0.193
		4	0.152	-0.004	5.3334	0.255
		5	0.024	-0.110	5.3497	0.375
		6	-0.419	-0.462	10.732	0.097
		7	-0.003	0.014	10.732	0.151
		8	0.336	-0.018	14.824	0.063
		9	0.082	-0.095	15.096	0.088
		10	-0.175	-0.072	16.453	0.087
		11	-0.168	-0.182	17.855	0.085
		12	0.220	-0.004	20.610	0.056

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BM y la OIT.

ANEXO 12. Prueba de heterocedasticidad del modelo

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0.623104	Prob. F(5,13)	0.6851
		Prob. Chi-	
Obs*R-squared	3.673158	Square(5)	0.5974
Scaled explained		Prob. Chi-	
SS	2.221177	Square(5)	0.8178

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 06/05/20 Time: 18:29

Sample: 2000 2018

Included observations: 19

Variable	Coefficien	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.028126	0.019770	1.422647	0.1784	
P_K^2	0.003581	0.020036	0.178734	0.8609	
P_K*VA_M	0.258246	0.162979	1.584533	0.1371	
	-				
P_K	0.045196	0.037695	-1.199002	0.2519	
VA_M^2	0.380402	0.262927	1.446798	0.1716	
	-				
VA_M	0.230297	0.152231	-1.512814	0.1543	
			Mean dependent		1.84E-
R-squared	0.193324	var			05
Adjusted R-		-			2.47E-
squared	0.116936	S.D. dependent var			05
					-
					18.0140
S.E. of regression	2.61E-05	Akaike info criterion			6
					-
Sum squared					17.7158
resid	8.88E-09	Schwarz criterion			1
					-
			Hannan-Quinn		17.9635
Log likelihood	177.1336	criter.			8
					2.12522
F-statistic	0.623104	Durbin-Watson stat			8
Prob(F-statistic)	0.685139				

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BM y la OIT.

Anexo 13. Modelo LS Empleo contrastado con el ratio capital y valor agregado

Dependent Variable: EMPLEO

Method: Least Squares

Date: 06/05/20 Time: 18:22

Sample (adjusted): 2000 2018

Included observations: 19 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.115238	0.054808	2.102576	0.0517
P_K	-0.137075	0.064394	-2.128699	0.0492
VA_M	0.061194	0.179234	3.414215	0.0036
R-squared	0.862237	Mean dependent var	0.161842	
Adjusted R-squared	0.845017	S.D. dependent var	0.011885	
S.E. of regression	0.004679	Akaike info criterion	-7.747591	
Sum squared resid	0.000350	Schwarz criterion	-7.598469	
Log likelihood	76.60211	Hannan-Quinn criter.	-7.722353	
F-statistic	50.07078	Durbin-Watson stat	1.810853	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BM y la OIT.

Anexo 14. Modelo lineal Generalizado Empleo contrastado con el ratio capital y valor agregado

Dependent Variable: EMPLEO

Method: Generalized Linear Model (Newton-Raphson / Marquardt steps)

Date: 07/09/20 Time: 16:41

Sample: 2000 2018

Included observations: 19

Family: Normal

Link: Identity

Dispersion computed using Pearson Chi-Square

Convergence achieved after 0 iterations

Coefficient covariance computed using observed Hessian

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.115238	0.054808	2.102576	0.0355
P_K	-0.137075	0.064394	-2.128699	0.0333
VA_M	0.061194	0.179234	3.414215	0.0006
Mean dependent var	0.161842	S.D. dependent var		0.011885
Sum squared resid	0.000350	Log likelihood		76.46953
Akaike info criterion	-7.733635	Schwarz criterion		-7.584513
Hannan-Quinn criter.	-7.708398	Deviance		0.000350
Deviance statistic	2.19E-05	Restr. deviance		0.002543
LR statistic	100.1416	Prob(LR statistic)		0.000000
Pearson SSR	0.000350	Pearson statistic		2.19E-05
Dispersion	2.19E-05			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BM y la OIT.

Anexo 15. Modelo del efecto del ratio de capital sobre los trabajadores administrativos de El Salvador, en el periodo 2000-2018

Dependent Variable: ADMINISTRATIVO

Method: Least Squares

Date: 06/09/20 Time: 20:16

Sample: 2000 2018

Included observations: 19

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.084934	0.032614	2.604217	0.0185
P_K	0.182681	0.078376	2.330840	0.0323
R-squared	0.242182	Mean dependent var		0.160737
Adjusted R-squared	0.197604	S.D. dependent var		0.011920
S.E. of regression	0.010678	Akaike info criterion		-6.142000
Sum squared resid	0.001938	Schwarz criterion		-6.042585
Log likelihood	60.34900	Hannan-Quinn criter.		-6.125175
F-statistic	5.432814	Durbin-Watson stat		1.957004
Prob(F-statistic)	0.032330			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BCR y EHPM.

Anexo 16. Modelo del efecto del ratio de capital sobre los trabajadores Operarios de El Salvador, en el periodo 2000-2018

Dependent Variable: OPERARIO

Method: Least Squares

Date: 06/09/20 Time: 20:17

Sample: 2000 2018

Included observations: 19

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.915066	0.032614	28.05753	0.0000
P_K	-0.182681	0.078376	-2.330840	0.0323
R-squared	0.242182	Mean dependent var		0.839263
Adjusted R-squared	0.197604	S.D. dependent var		0.011920
S.E. of regression	0.010678	Akaike info criterion		-6.142000
Sum squared resid	0.001938	Schwarz criterion		-6.042585
Log likelihood	60.34900	Hannan-Quinn criter.		-6.125175
F-statistic	5.432814	Durbin-Watson stat		1.957004
Prob(F-statistic)	0.032330			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BCR y EHPM.

Anexo 17. Modelo Lineal Generalizado del efecto del ratio de capital sobre los trabajadores administrativos de El Salvador, en el periodo 2000-2018

Dependent Variable: ADMINISTRATIVO

Method: Generalized Linear Model (Newton-Raphson / Marquardt steps)

Date: 07/09/20 Time: 16:42

Sample: 2000 2018

Included observations: 19

Family: Normal

Link: Identity

Dispersion computed using Pearson Chi-Square

Convergence achieved after 1 iteration

Coefficient covariance computed using observed Hessian

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.084934	0.032614	2.604217	0.0092
P_K	0.182681	0.078376	2.330840	0.0198
Mean dependent var	0.160737	S.D. dependent var		0.011920
Sum squared resid	0.001938	Log likelihood		60.29236
Akaike info criterion	-6.136038	Schwarz criterion		-6.036623
Hannan-Quinn criter.	-6.119213	Deviance		0.001938
Deviance statistic	0.000114	Restr. deviance		0.002558
LR statistic	5.432814	Prob(LR statistic)		0.019762
Pearson SSR	0.001938	Pearson statistic		0.000114
Dispersion	0.000114			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BCR y EHPM.

Anexo 18. Modelo Lineal Generalizado del efecto del ratio de capital sobre los trabajadores Operarios de El Salvador, en el periodo 2000-2018

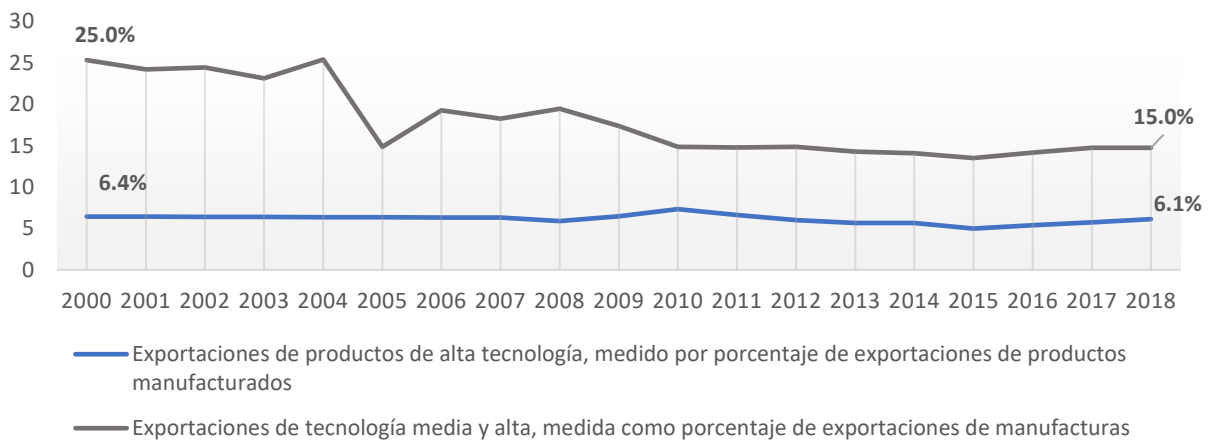
Dependent Variable: OPERARIO
Method: Generalized Linear Model (Newton-Raphson / Marquardt steps)
Date: 07/09/20 Time: 16:43
Sample: 2000 2018
Included observations: 19
Family: Normal
Link: Identity
Dispersion computed using Pearson Chi-Square
Convergence achieved after 1 iteration
Coefficient covariance computed using observed Hessian

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.915066	0.032614	28.05753	0.0000
P_K	-0.182681	0.078376	-2.330840	0.0198
Mean dependent var	0.839263	S.D. dependent var		0.011920
Sum squared resid	0.001938	Log likelihood		60.29236
Akaike info criterion	-6.136038	Schwarz criterion		-6.036623
Hannan-Quinn criter.	-6.119213	Deviance		0.001938

Deviance statistic	0.000114	Restr. deviance	0.002558
LR statistic	5.432814	Prob(LR statistic)	0.019762
Pearson SSR	0.001938	Pearson statistic	0.000114
Dispersion	0.000114		

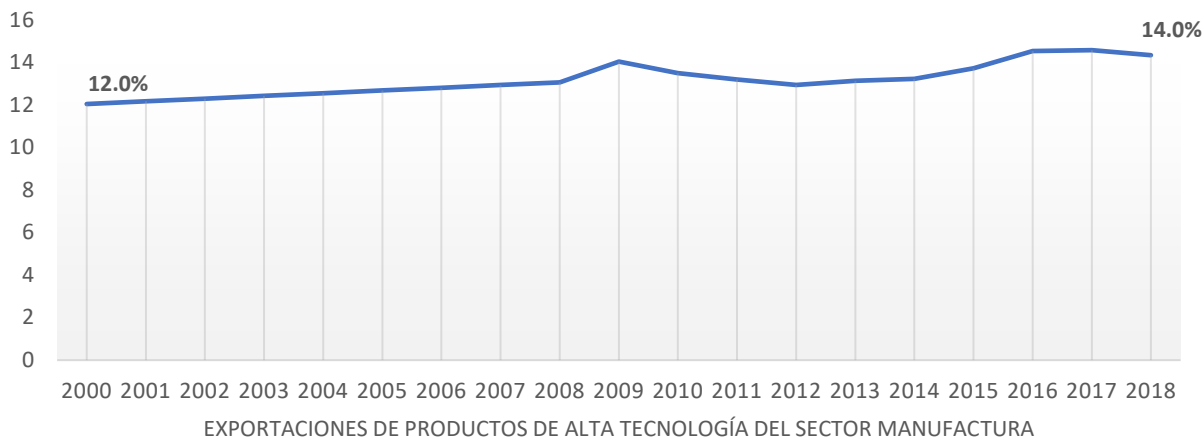
Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BCR y EHPM.

Anexo 19. Exportaciones de productos de alta y media tecnología del sector manufactura en El Salvador, en el periodo 2000-2018



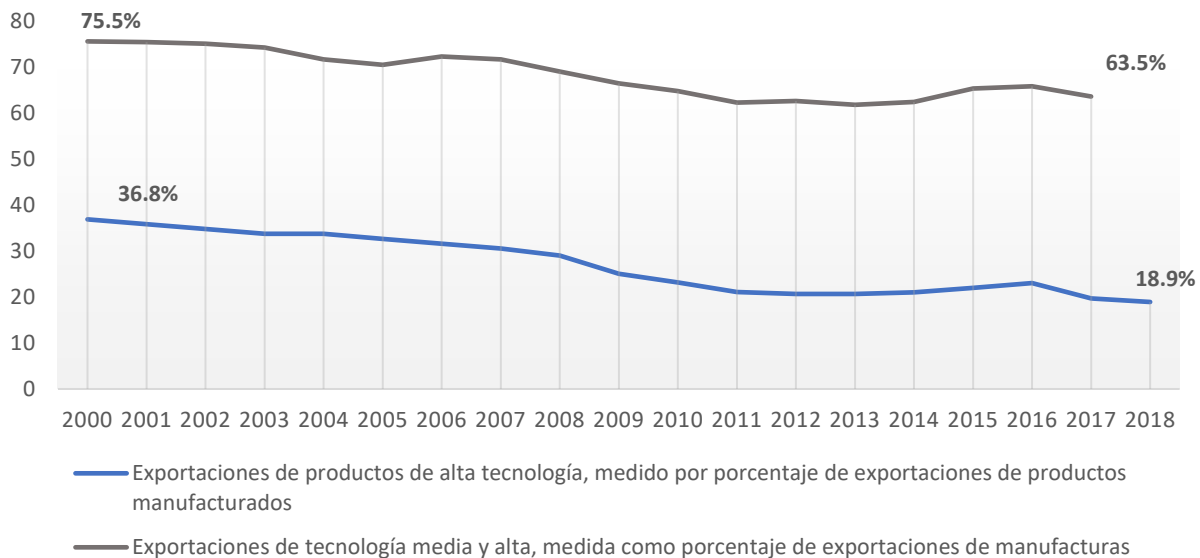
Fuente: Elaboración propia con datos del BM

Anexo 20. Exportaciones de productos de alta tecnología del sector manufactura en América Latina, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 21. Exportaciones de productos de alta y media tecnología del sector manufactura en Estados Unidos, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 22. Exportaciones de productos manufacturados respecto al porcentaje total de exportaciones de mercadería en El Salvador, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 23. Exportaciones de productos manufacturados respecto al porcentaje total de exportaciones de mercadería en América Latina, en el periodo 2000-2018



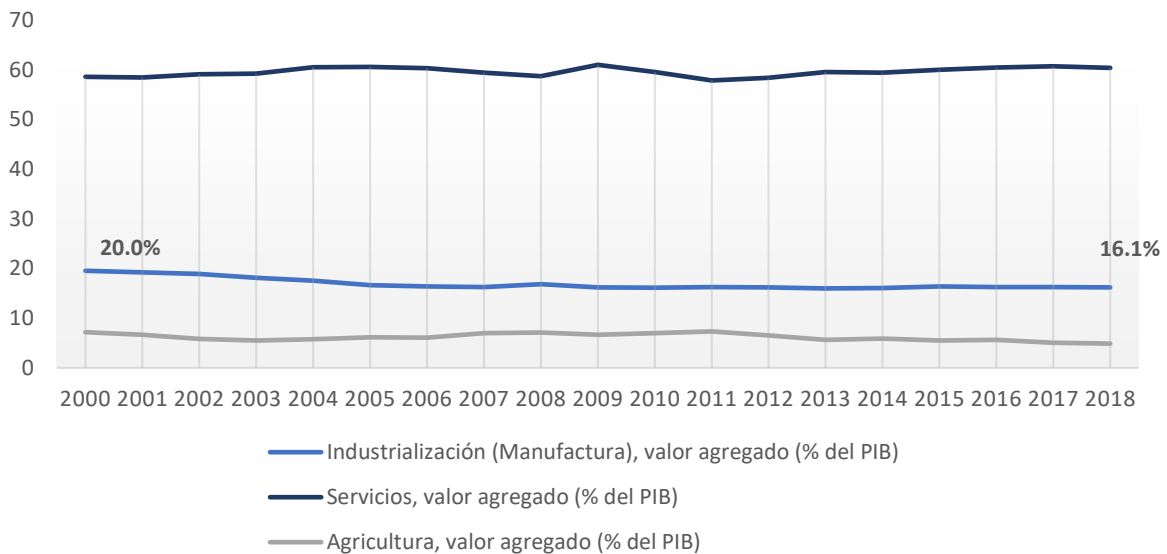
Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 24. Exportaciones de productos manufacturados respecto al porcentaje total de exportaciones de mercadería en Estados Unidos, en el periodo 2000-2018



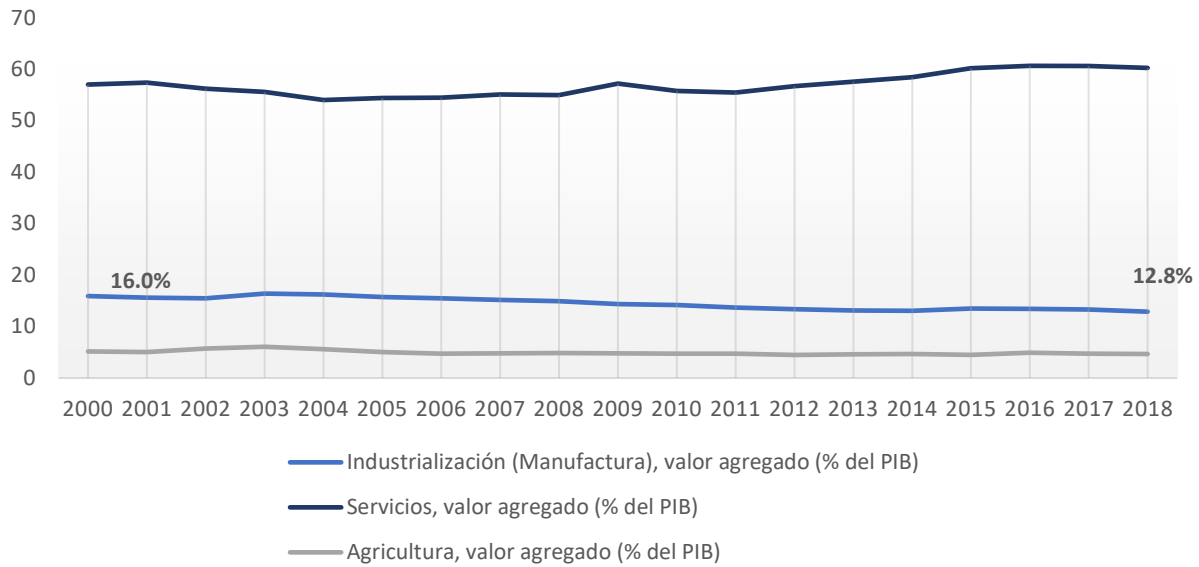
Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 25. Valor agregado por sector como porcentaje del PIB en El Salvador, en el periodo 2000-2018



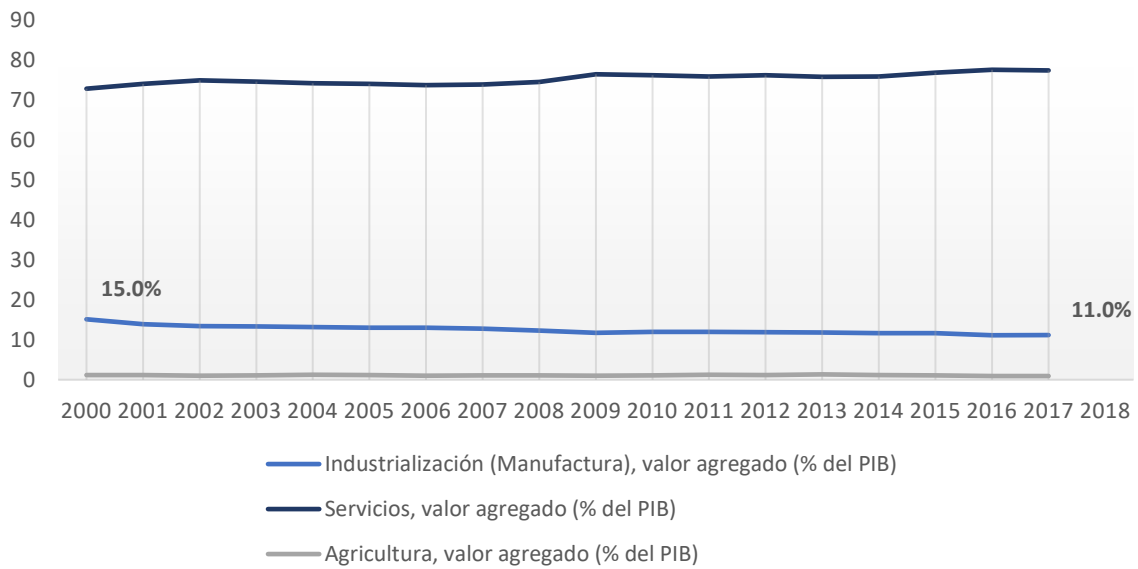
Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 26. Valor agregado por sector como porcentaje del PIB en América Latina, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 27. Valor agregado por sector como porcentaje del PIB en Estados Unidos, en el periodo 2000-2018



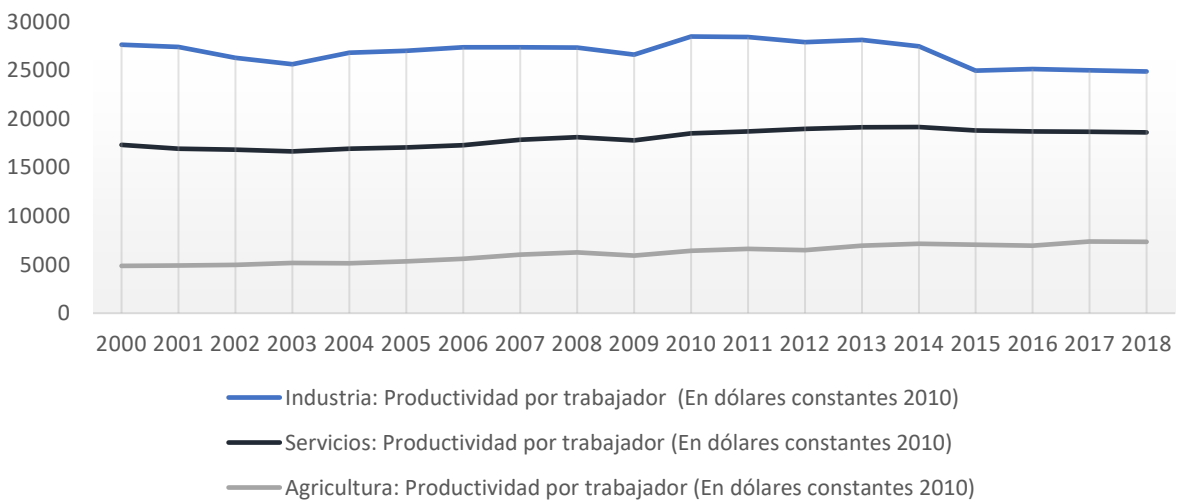
Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 28. Productividad media por trabajador (valor agregado por trabajador) por sector en El Salvador, en el periodo 2000-2018



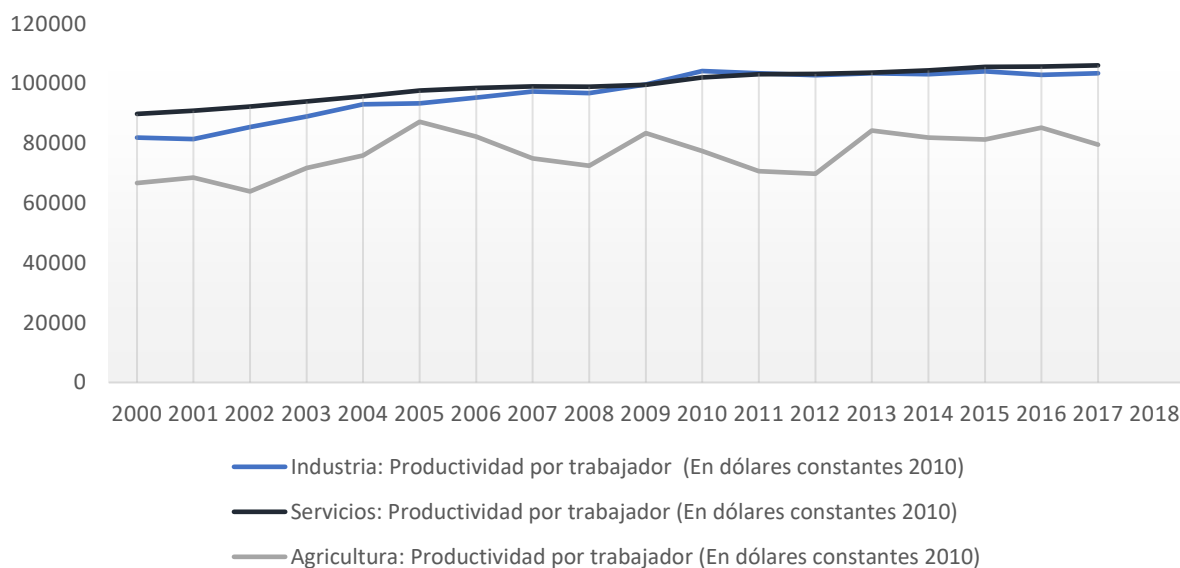
Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 29. Productividad media por trabajador (valor agregado por trabajador) por sector en América Latina, en el periodo 2000-2018



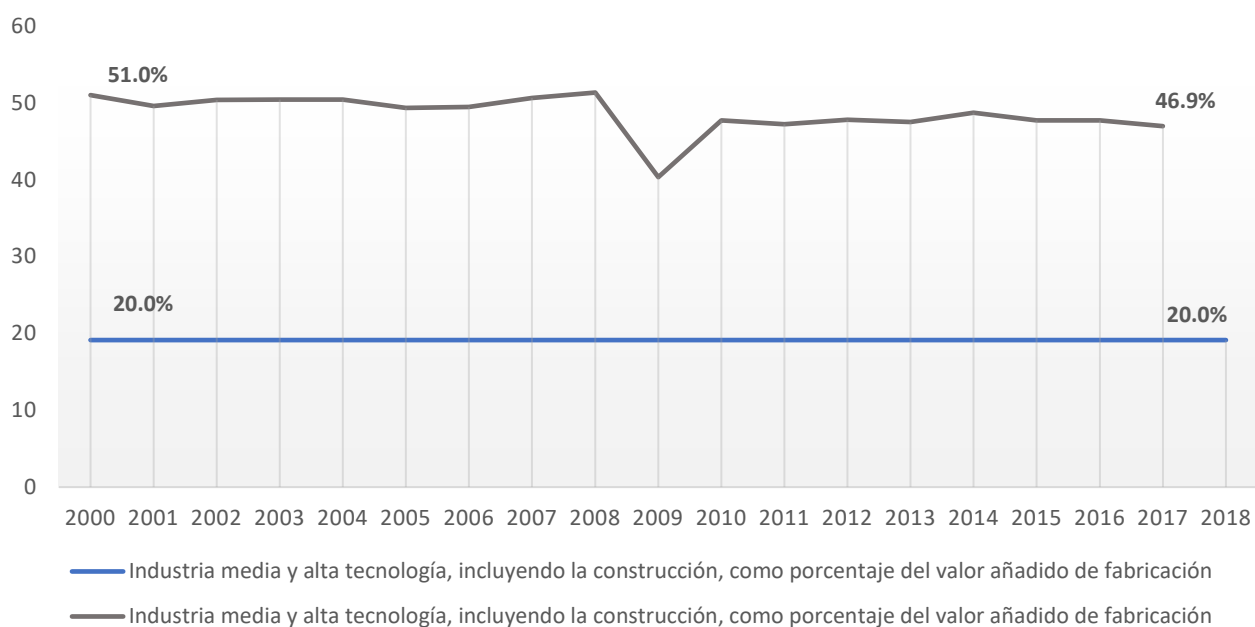
Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 30. Productividad media por trabajador (valor agregado por trabajador) por sector en Estados Unidos, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 31. Industria media y alta tecnología, incluyendo la construcción, como porcentaje del valor añadido de fabricación en El Salvador Y Estados Unidos, en el periodo 2000-2018



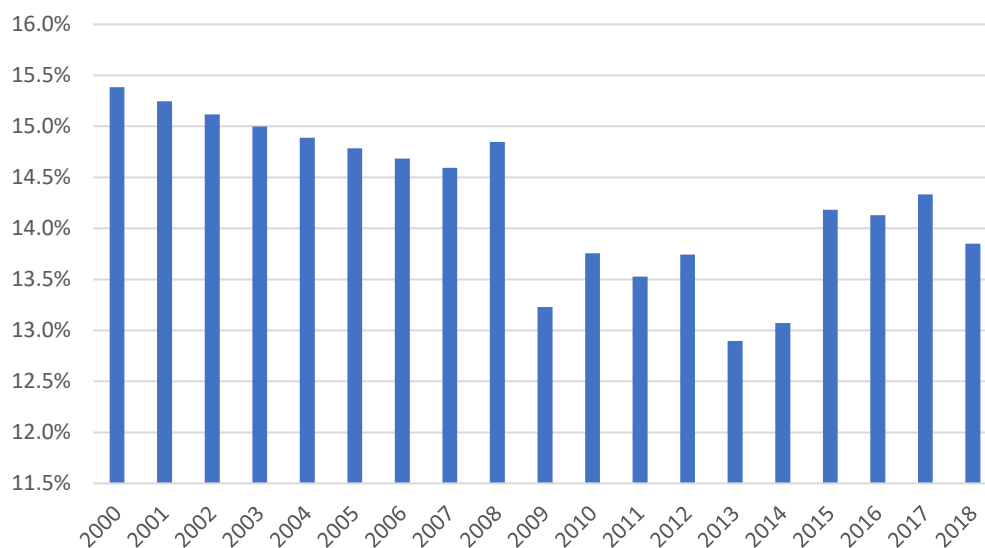
Fuente: Elaboración propia con datos del BM.

Anexo 32. Población Total de El Salvador, en el periodo 2000-2018

Año	Población Total
2000	6,272,353.0
2001	6,428,672.0
2002	6,510,348.0
2003	6,639,010.0
2004	6,756,786.0
2005	6,864,080.0
2006	6,980,279.0
2007	5,744,575.0
2008	6,122,413.0
2009	6,150,953.0
2010	6,181,405.0
2011	6,213,730.0
2012	6,249,262.0
2013	6,290,420.0
2014	6,401,415.0
2015	6,459,911.0
2016	6,522,419.0
2017	6,581,860.0
2018	6,642,767.0

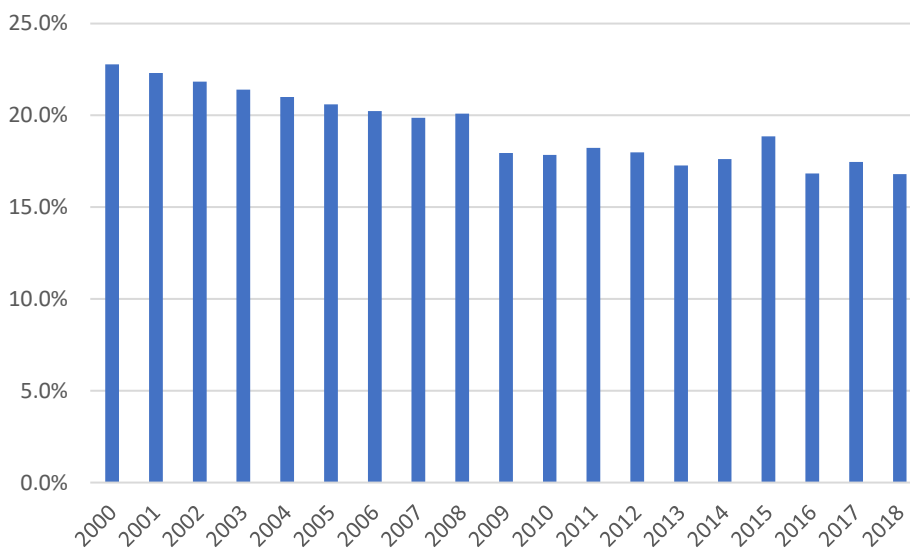
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de EHPM.

Anexo 33. Hombres empleados del sector manufactura respecto al total de hombres empleados en la economía de El Salvador, en el periodo 2000-2018



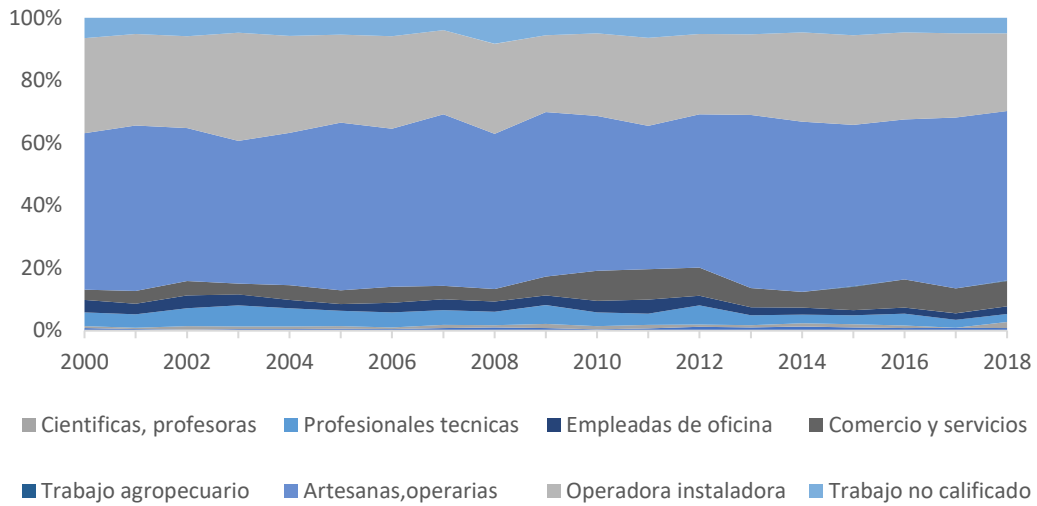
Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Anexo 34. Mujeres empleadas del sector manufactura respecto al total de mujeres empleadas en la economía de El Salvador, en el periodo 2000-2018



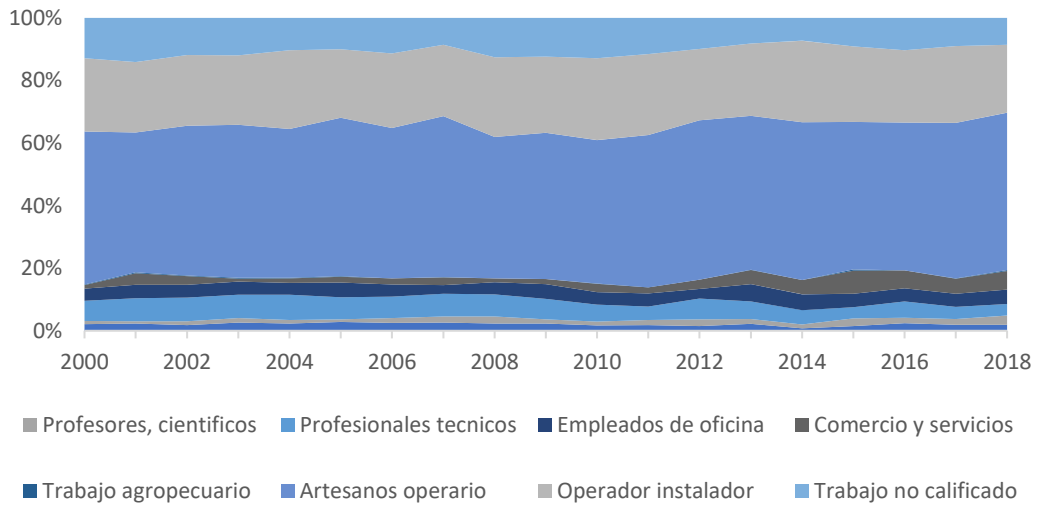
Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Anexo 35. Trabajadoras mujeres empleadas en el sector manufactura por ocupación, en el periodo 2000-2018.



Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Anexo 36. Trabajadores hombres empleados en el sector manufactura por ocupación, en el periodo 2000-2018.



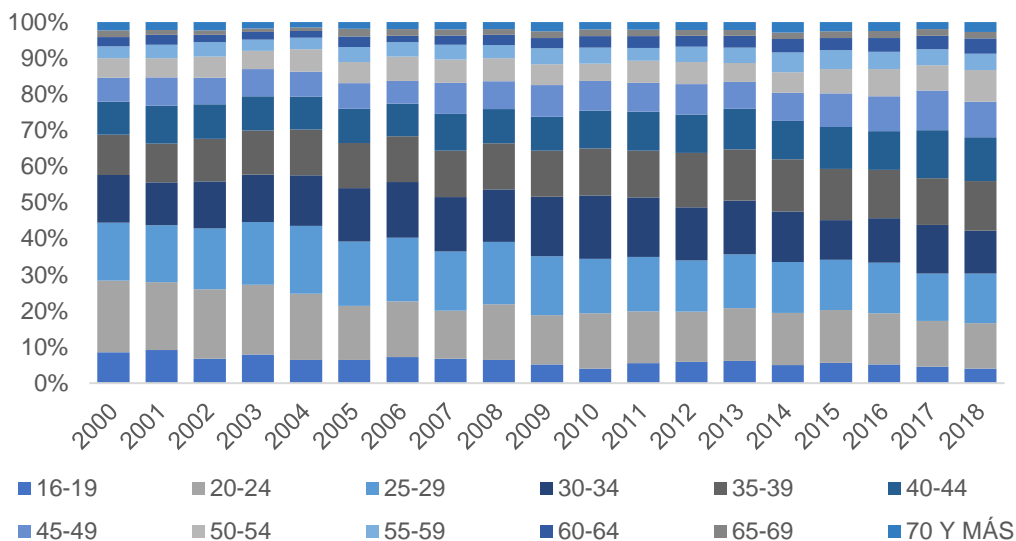
Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Anexo 37. Trabajadores hombres y mujeres empleados en el sector manufactura, con su respectivo ajuste, en el periodo 2000-2018.

AÑO	Trabajadores totales de la industria manufactura (sin ajuste)	Trabajadores totales de la industria manufactura (con ajuste estadístico)
2000	433,459.0	329,422.7
2001	431,559.0	334,689.9
2002	434,017.0	339,957.1
2003	447,755.0	345,224.3
2004	423,418.0	350,491.5
2005	418,875.0	355,758.6
2006	423,419.0	361,025.8
2007	366,293.0	366,293.0
2008	400,890.0	400,890.0
2009	360,223.0	360,223.0
2010	371,372.0	371,372.0
2011	381,781.0	381,781.0
2012	397,046.0	397,046.0
2013	388,045.0	388,045.0
2014	396,656.0	396,656.0
2015	429,977.0	429,977.0
2016	416,313.0	416,313.0
2017	430,122.0	430,122.0
2018	424,232.0	424,232.0

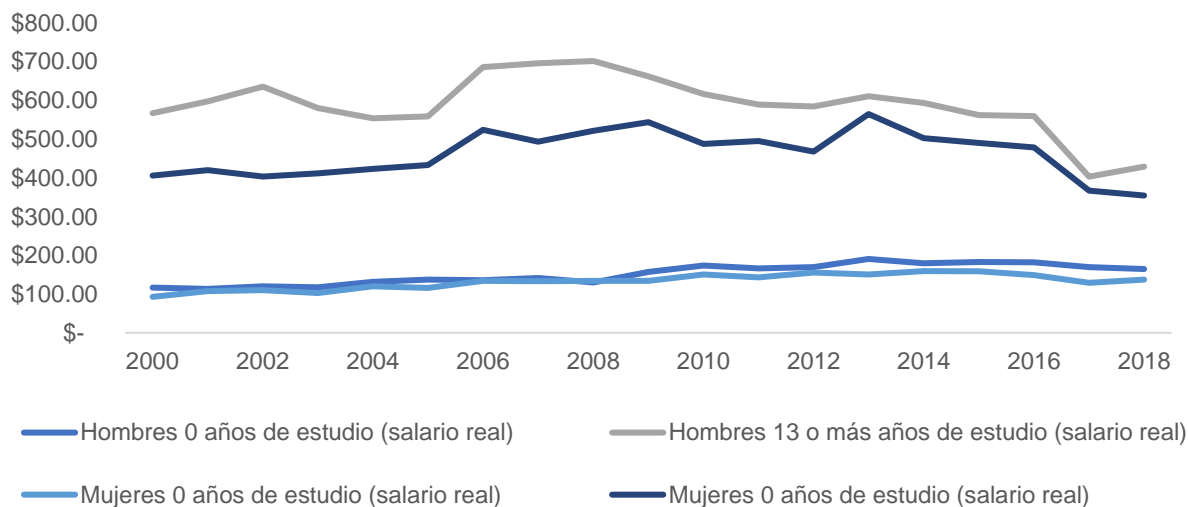
Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Anexo 38. Empleo en el sector manufactura por edades, en el periodo 2000 a 2018.



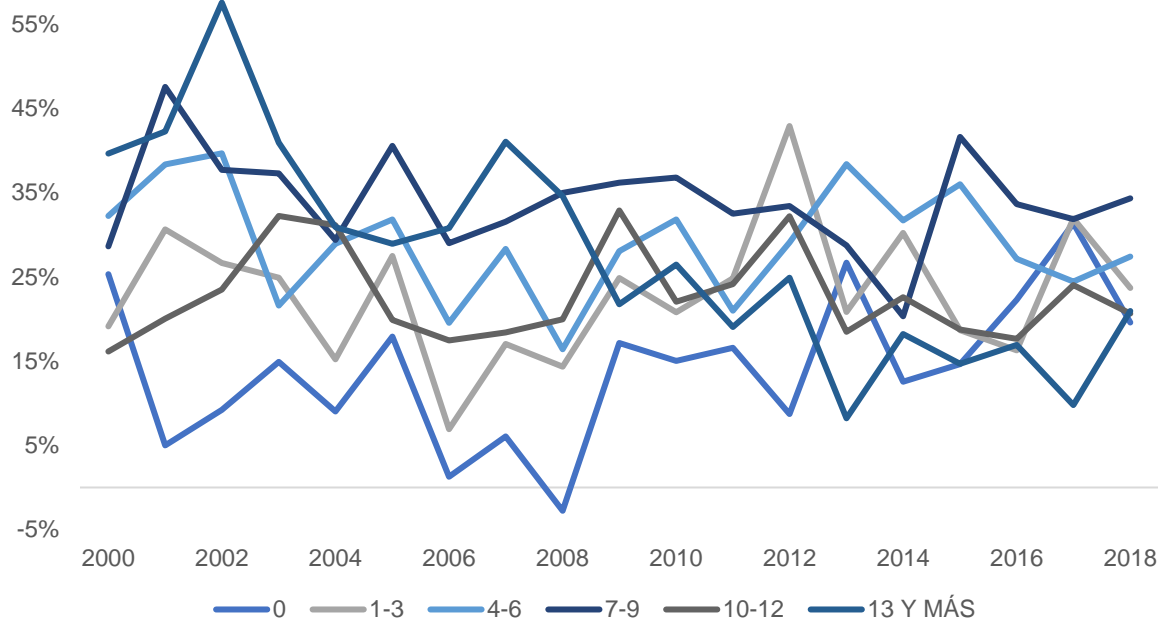
Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Anexo 39. Salarios reales entre mujeres y hombres por años de estudio, en el periodo 2000-2018 (deflactados año base 2009).



Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

Anexo 40. Brecha salarial entre hombres y mujeres, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia con base en la EHPM.

ANEXO 41. Modelo LS Salarios contrastado con trabajadores jóvenes, trabajadores adultos, trabajadores operarios y trabajadores administrativos, en el periodo 2000-2018

Dependent Variable: SALARIOS
 Method: Least Squares
 Date: 07/22/20 Time: 12:20
 Sample: 2000 2018
 Included observations: 19

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	325.7272	26.11567	12.47248	0.0000
JOVENES	-0.000367	0.000255	-1.439602	0.1736
ADULTOS	0.000446	0.000226	1.977317	0.0696
ADMINISTRATIVOS	0.000436	0.000155	2.808475	0.0148
OPERARIOS	-0.000567	0.000176	-3.221824	0.0067
DUMMY	-14.70791	3.941917	-3.731157	0.0025
R-squared	0.964104	Mean dependent var	228.4484	
Adjusted R-squared	0.950297	S.D. dependent var	36.31451	
S.E. of regression	8.096004	Akaike info criterion	7.272708	
Sum squared resid	852.0886	Schwarz criterion	7.570951	
Log likelihood	-63.09072	Hannan-Quinn criter.	7.323182	
F-statistic	69.83048	Durbin-Watson stat	1.995517	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos de la EHPM.

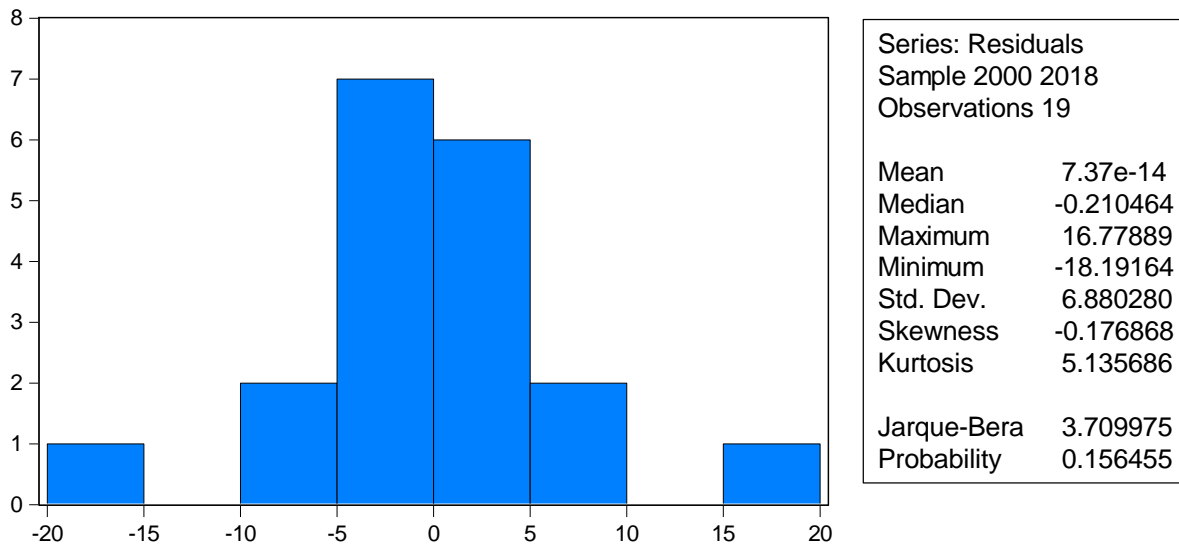
ANEXO 42. Prueba de correlación, modelo salarios, en el periodo 2000-2018

Date: 07/22/20 Time: 18:17
 Sample: 2000 2018
 Included observations: 19

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.097	-0.097	0.2104	0.646
		2	-0.190	-0.202	1.0610	0.588
		3	-0.177	-0.231	1.8445	0.605
		4	-0.078	-0.193	2.0071	0.734
		5	0.449	0.364	7.7405	0.171
		6	-0.112	-0.106	8.1279	0.229
		7	-0.100	-0.011	8.4616	0.294
		8	-0.125	-0.061	9.0313	0.340
		9	-0.056	-0.060	9.1565	0.423
		10	-0.005	-0.335	9.1578	0.517
		11	-0.024	-0.048	9.1876	0.605
		12	0.021	-0.072	9.2131	0.685

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos de la EHPM.

ANEXO 43. Prueba normalidad, modelo de salarios, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos de la EHPM.

ANEXO 44. Prueba Heterocedasticidad, modelo de salarios, en el periodo 2000-2018

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.155035	Prob. F(1,16)	0.6990
Obs*R-squared	0.172741	Prob. Chi-Square(1)	0.6777

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 07/22/20 Time: 18:19

Sample (adjusted): 2001 2018

Included observations: 18 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	51.45142	25.70380	2.001705	0.0626
RESID^2(-1)	-0.097431	0.247448	-0.393745	0.6990
R-squared	0.009597	Mean dependent var	47.08303	
Adjusted R-squared	-0.052304	S.D. dependent var	95.89468	
S.E. of regression	98.37053	Akaike info criterion	12.11980	
Sum squared resid	154828.2	Schwarz criterion	12.21873	
Log likelihood	-107.0782	Hannan-Quinn criter.	12.13344	
F-statistic	0.155035	Durbin-Watson stat	2.047074	
Prob(F-statistic)	0.698967			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos de la EHPM.

ANEXO 45. Modelo MLG Salarios contrastado con trabajadores jóvenes, trabajadores adultos, trabajadores operarios y trabajadores administrativos, en el periodo 2000-2018

Dependent Variable: SALARIOS

Method: Generalized Linear Model (Newton-Raphson / Marquardt steps)

Date: 07/22/20 Time: 18:19

Sample: 2000 2018

Included observations: 19

Family: Normal

Link: Identity

Dispersion computed using Pearson Chi-Square

Convergence achieved after 1 iteration

Coefficient covariance computed using observed Hessian

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	325.7272	26.11567	12.47248	0.0000
JOVENES	-0.000367	0.000255	-1.439602	0.1500
ADULTOS	0.000446	0.000226	1.977317	0.0480

ADMINISTRATIVOS	0.000436	0.000155	2.808475	0.0050
OPERARIOS	-0.000567	0.000176	-3.221824	0.0013
DUMMY	-14.70791	3.941917	-3.731157	0.0002
Mean dependent var	228.4484	S.D. dependent var	36.31451	
Sum squared resid	852.0886	Log likelihood	-63.69587	
Akaike info criterion	7.336408	Schwarz criterion	7.634652	
Hannan-Quinn criter.	7.386882	Deviance	852.0886	
Deviance statistic	65.54528	Restr. deviance	23737.38	
LR statistic	349.1524	Prob(LR statistic)	0.000000	
Pearson SSR	852.0886	Pearson statistic	65.54528	
Dispersion	65.54528			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos de la EHPM.

ANEXO 46. Modelo LS Capital contrastado con trabajadores jóvenes, trabajadores adultos, trabajadores operarios y trabajadores administrativos, en el periodo 2000-2018

Dependent Variable: CAPITAL
Method: Least Squares
Date: 07/22/20 Time: 12:17
Sample: 2000 2018
Included observations: 19

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1285.913	201.6821	6.375941	0.0000
JOVENES	-0.002200	0.001968	-1.117883	0.2839
ADULTOS	0.005400	0.001742	3.099769	0.0085
ADMINISTRATIVOS	0.009904	0.001198	8.267855	0.0000
OPERARIOS	-0.004843	0.001360	-3.561148	0.0035
DUMMY	-47.22619	30.44204	-1.551348	0.1448
R-squared	0.983859	Mean dependent var	1737.454	
Adjusted R-squared	0.977650	S.D. dependent var	418.2178	
S.E. of regression	62.52260	Akaike info criterion	11.36102	
Sum squared resid	50817.98	Schwarz criterion	11.65927	
Log likelihood	-101.9297	Hannan-Quinn criter.	11.41150	
F-statistic	158.4770	Durbin-Watson stat	2.274165	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BCR y EHPM.

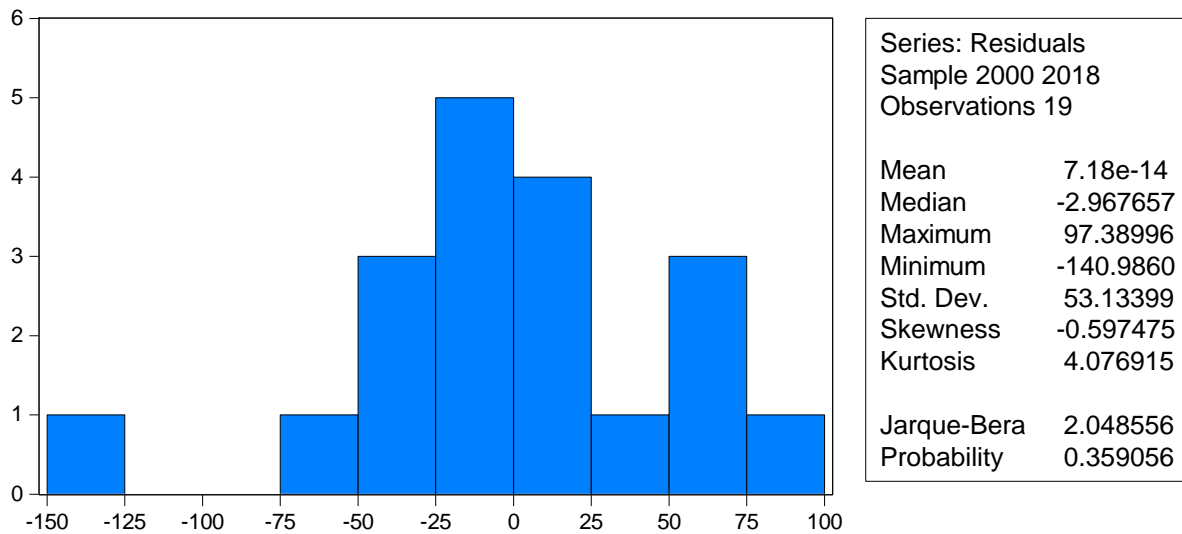
ANEXO 47. Prueba de correlación, modelo capital, en el periodo 2000-2018

Date: 07/22/20 Time: 18:22
 Sample: 2000 2018
 Included observations: 19

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.028	-0.028	0.0177	0.894
		2	-0.005	-0.005	0.0182	0.991
		3	0.080	0.079	0.1759	0.981
		4	0.211	0.217	1.3615	0.851
		5	-0.240	-0.236	3.0021	0.700
		6	-0.035	-0.055	3.0387	0.804
		7	-0.074	-0.118	3.2214	0.864
		8	-0.179	-0.210	4.3887	0.820
		9	-0.126	-0.031	5.0207	0.832
		10	-0.072	-0.114	5.2495	0.874
		11	-0.084	-0.049	5.5997	0.899
		12	-0.086	-0.050	6.0252	0.915

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BCR y EHPM.

ANEXO 48. Prueba normalidad, modelo de capital, en el periodo 2000-2018



Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BCR y EHPM.

ANEXO 49. Prueba Heterocedasticidad, modelo de capital, en el periodo 2000-2018

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.013066	Prob. F(1,16)	0.9104
Obs*R-squared	0.014688	Prob. Chi-Square(1)	0.9035

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 07/22/20 Time: 18:23

Sample (adjusted): 2001 2018

Included observations: 18 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2899.014	1365.999	2.122266	0.0498
RESID^2(-1)	-0.028308	0.247641	-0.114309	0.9104
R-squared	0.000816	Mean dependent var		2823.089
Adjusted R-squared	-0.061633	S.D. dependent var		4915.010
S.E. of regression	5064.209	Akaike info criterion		20.00222
Sum squared resid	4.10E+08	Schwarz criterion		20.10115
Log likelihood	-178.0200	Hannan-Quinn criter.		20.01586
F-statistic	0.013066	Durbin-Watson stat		2.019431
Prob(F-statistic)	0.910415			

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BCR y EHPM.

ANEXO 50. Modelo MLG capital contrastado con trabajadores jóvenes, trabajadores adultos, trabajadores operarios y trabajadores administrativos, en el periodo 2000-2018

Dependent Variable: CAPITAL

Method: Generalized Linear Model (Newton-Raphson / Marquardt steps)

Date: 07/22/20 Time: 18:24

Sample: 2000 2018

Included observations: 19

Family: Normal

Link: Identity

Dispersion computed using Pearson Chi-Square

Convergence achieved after 0 iterations

Coefficient covariance computed using observed Hessian

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	1285.913	201.6821	6.375941	0.0000
JOVENES	-0.002200	0.001968	-1.117883	0.2636
ADULTOS	0.005400	0.001742	3.099769	0.0019
ADMINISTRATIVOS	0.009904	0.001198	8.267855	0.0000
OPERARIOS	-0.004843	0.001360	-3.561148	0.0004
DUMMY	-47.22619	30.44204	-1.551348	0.1208

Mean dependent var	1737.454	S.D. dependent var	418.2178
Sum squared resid	50817.98	Log likelihood	-102.5349
Akaike info criterion	11.42472	Schwarz criterion	11.72297
Hannan-Quinn criter.	11.47520	Deviance	50817.98
Deviance statistic	3909.075	Restr. deviance	3148310.
LR statistic	792.3849	Prob(LR statistic)	0.000000
Pearson SSR	50817.98	Pearson statistic	3909.075
Dispersion	3909.075		

Fuente: Elaboración propia en Eviews con datos del BCR y EHPM.