

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

EL TEMOR A LA AUTOMATIZACIÓN EN AMÉRICA LATINA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

MILTON FRANCISCO SALAZAR SANTAMARÍA
milton.salazar@epn.edu.ec

DIRECTORA: DRA. YASMÍN SALAZAR MÉNDEZ
yasmin.salazar@epn.edu.ec

QUITO, OCTUBRE, 2021

DECLARACIÓN

Yo, Milton Francisco Salazar Santamaría, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Milton Francisco Salazar Santamaría

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Milton Francisco Salazar Santamaría,
bajo mi supervisión.

Dra. Yasmín Salazar Méndez
Directora

AGRADECIMIENTOS

Este ha sido un camino complejo con altos y bajos, con muchas ilusiones, con muchos sueños, y esta vez que está muy cerca su final, quiero agradecer a todos quienes me han acompañado en esta aventura.

Quiero agradecer a Dios por la fortaleza y las bendiciones con las que siempre me ha colmado. ¡Quiero agradecerle porque gracias a él lo tengo todo!

Quiero agradecer a mis padres, Milton y Gloria, por darme la fuerza para iniciar este camino, por escucharme y guiarme en el transcurso, por nunca dejarme solo y darme todo su amor para llegar hasta aquí.

Quiero agradecer a mis hermanas, Anahir y Noelia, por estar ahí en cada momento que lo necesitaba, por sus palabras de apoyo, por ser mis amigas incondicionales y por toda la alegría que me transmiten.

Quiero agradecer a Carol, por ser esa compañera que no pide nada a cambio, por ser quien me escucha y me brinda su apoyo incondicional, por estar ahí siempre dándome su cariño y, sobre todo, por todas las alegrías.

Quiero agradecer a la Dra. Yasmín por su guía en este proyecto, por su paciencia, por todo lo que me ha enseñado. ¡Muchas gracias por motivarme a volar alto!

También quiero agradecer a todos aquellos amigos que han hecho de esta aventura un momento inolvidable, pero en especial a Gaby y Pablo, por siempre estar ahí. ¡Muchas gracias!

DEDICATORIA

*A mis padres, hermanas
y a todos quienes han contribuido
en este camino. ¡Esto es por ustedes!*

Índice general

Índice de figuras	II
Índice de tablas	II
Resumen	IV
Abstract	v
Preámbulo	VI
1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivo general	5
1.4. Objetivos específicos	5
2. Marco Teórico	6
2.1. ¿Qué es la automatización?	6
2.2. Origen y evolución de la automatización	7
2.3. El dilema de la automatización en la economía	10
2.4. Latinoamérica: posición frente a la automatización	16
3. Datos y Metodología	21

3.1. Datos nivel 1	21
3.2. Datos nivel 2	22
3.3. Metodología	23
3.3.1. Metodología multinivel	24
3.3.2. Modelo logístico multinivel	26
3.4. Descripción de las variables	27
3.4.1. Variable dependiente	27
3.4.2. Variables independientes - Nivel 1	28
3.4.3. Variables independientes - Nivel 2	34
4. Resultados	39
5. Conclusiones	45
Referencias	47
Anexos	50
A. Resumen de datos perdidos	50

Índice de figuras

2.1. Porcentaje de trabajadores en ocupaciones con alto riesgo de ser reemplazados	17
2.2. Probabilidad de automatización de los empleos según nivel de cualificación .	18
3.1. Temor a la automatización por país	27
3.2. Temor a la automatización por edad	29
3.3. Temor a la automatización por años de estudio	29
3.4. Temor a la automatización por clase social subjetiva	30
3.5. Temor a la automatización por satisfacción	31
3.6. Temor a la automatización por sexo	31
3.7. Temor a la automatización por sector de la economía	32
3.8. Temor a la automatización por ocupación	33
3.9. PIB per cápita Latinoamérica	34
3.10. Porcentaje de inversión en industrialización versus KOFGI	36

Índice de tablas

3.1. Estadística descriptiva	28
3.2. Estadística descriptiva variables agregadas	34
3.3. Descripción de las variables independientes	37
4.1. Modelo nulo: Temor a la automatización	40
4.2. Estimación de los modelos logísticos multinivel	40

Resumen

Si bien algunos estudios han explorado a la automatización, es todavía escasa la investigación que aborda los problemas sociales que esta podría causar. Por ejemplo, según un estudio propuesto por el Mckinsey Global Institute (2017), en el cual se examinaron más de dos mil actividades laborales de ochocientas profesiones, cerca de la mitad de las actividades tendrían el potencial de ser automatizadas. Problemas sociales, como el potencial desempleo masivo, la polarización del empleo y el incremento de las brechas sociales, son los temas que más alarma causan entre los investigadores, ya que estas condiciones podrían acentuarse a causa de la automatización. Aunque, en Latinoamérica, la ola tecnológica aún no es visible, la aplicación de la automatización podría ser la causa de estallidos sociales debido a que su población no estaría preparada para afrontar este cambio. La presente investigación tiene por objetivo analizar tanto las variables individuales como agregadas que influyen en el temor a la automatización en América Latina. Para esto, usando datos del Latinobarómetro, 2018, se estiman seis modelos logísticos multinivel. Los resultados revelan que los habitantes de los países más ricos y globalizados menor temor le tienen a estos procesos. Asimismo, los resultados sugieren que el temor disminuye para los habitantes que no pertenecen a minorías étnicas.

Palabras clave: Automatización; tecnología; modelo multinivel; América Latina

Abstract

While some studies have explored automation, there is still little research that addresses the social problems it could cause. For example, according to a study proposed by the Mckinsey Global Institute (2017), in which more than two thousand work activities in eight hundred professions were examined, about half of the activities would have the potential to be automated. Social problems, such as potential mass unemployment, polarization of employment and increasing social gaps, are the issues that cause the most alarm among researchers, as these conditions could be accentuated by automation. Although, in Latin America, the technological wave is not yet visible, the application of automation could be the cause of social explosions due to the fact that its population would not be prepared to face this change. This research aims to analyze both individual and aggregate variables that influence the fear of automation in Latin America. For this, using data from Latinobarómetro, 2018, six multilevel logistic models are estimated. The results reveal that the inhabitants of the richest and most globalized countries have the least fear of these processes. Likewise, the results also suggest that fear decreases for inhabitants who do not belong to ethnic minorities.

Keywords: Automation; technology; multilevel model; Latin America

Preámbulo

La automatización se ha presentado como un problema y una solución para la humanidad, tanto por los problemas sociales como por el desarrollo que esta ha traído consigo. Por ejemplo, a inicios del siglo XX, alrededor del 40 % de la población de Estados Unidos trabajaba en la agricultura, sin embargo, a inicios del siglo XXI esta cantidad cayó drásticamente a apenas un 2 % de la población. Este cambio tan abrupto de un periodo al otro podría estar relacionado con los procesos de automatización que fueron aplicados en la agricultura (Autor, 2015). A pesar de estas cifras que sugieren un panorama de desempleo y desplazamiento de los humanos para ser reemplazados por máquinas, el ingenio y la creatividad humana han sido los factores por los cuales la automatización no ha logrado desplazar en volúmenes preocupantes a los trabajadores hacia el desempleo (Saunders, 2018).

Sin embargo, el problema actual radica en que las máquinas ya no solo realizan procesos físicos, sino también procesos cognitivos tales como el aprendizaje automático o la inteligencia artificial, llegando inclusive a superar en ciertos aspectos al ser humano, por lo que estos procesos, ya no solo desplazarían mano de obra de un sector al otro, sino que provocarían problemas sociales como el desempleo masivo, la precarización laboral y la polarización del empleo (Autor, 2015). Estos problemas sociales y económicos podrían generar temor o resistencia a la aplicación de la automatización, más aún en países o regiones donde las actividades físicas son las que ocupan a la mayor parte de la población (Manyika et al., 2017).

Por tanto, esta investigación tiene como objetivo determinar las características indivi-

duales y agregadas que inciden en el temor a la automatización en los habitantes de América Latina, año 2018. Para este fin, se estimarán varios modelos logísticos multinivel con datos de la encuesta del Latinobarómetro.

Este trabajo está conformado por 5 capítulos. En el capítulo 1 se aborda la problemática referente al temor a la automatización de los habitantes de Latinoamérica. Adicionalmente, se justifica la relevancia del estudio y se incluyen los objetivos de la investigación.

En el capítulo 2 se presenta el marco teórico, el cual contiene la revisión de la literatura que contribuirá con el entendimiento de la automatización. Además, se presenta una revisión de la evolución histórica de la automatización, analizando sus orígenes y su situación actual. Asimismo, se examinará a la automatización en el contexto latinoamericano, sus efectos en la región y como podría afectar a futuro en el bienestar de los habitantes.

El capítulo 3 contiene la descripción de las bases datos y de la metodología usada. Asimismo, se presentan las variables empleadas en el análisis econométrico y la estadística descriptiva de dichas variables.

En el capítulo 4, se presentan los resultados de las estimaciones de los modelos efectuados referentes al temor a la automatización en América Latina, así como la interpretación de los factores determinantes.

Finalmente, en el capítulo 5, se presentan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en esta investigación.

Capítulo 1

Introducción

1.1. Planteamiento del problema

El concepto de automatización corresponde a la necesidad de minimizar la intervención humana en los procesos de producción, es decir, ahorrar esfuerzo laboral (Córdoba, 2006). El mismo autor menciona que la automatización asegura la ejecución autónoma y óptima de diversas tareas sin la intervención directa del ser humano.

Manyika et al. (2017) sugieren que los procesos de automatización están abriendo el camino hacia una nueva era, en la que las máquinas equiparan o superan el desempeño humano en una gran gama de actividades productivas, incluyendo las que requieren competencias cognitivas. Según Gerovitch (2003), la automatización no se limita a transferir funciones humanas a las máquinas, sino que implica una profunda reorganización del trabajo; de esta forma, la automatización posibilita que las empresas mejoren su desempeño al reducir los errores, mejorar la calidad y la velocidad en su producción.

La automatización no tendría un efecto universal sobre la economía, pues una máquina puede ser un bien sustituto o complementario de la mano de obra humana (Saunders, 2018). De acuerdo con un análisis realizado por el McKinsey Global Institute (2017), en el cual se examinaron más de dos mil actividades laborales de ochocientas profesiones, cerca de la mitad

de las actividades analizadas tendrían el potencial de ser automatizadas. Adicionalmente, el estudio sugiere que el ritmo y el alcance de la automatización y, por tanto, su impacto en la economía, variarían dependiendo de las actividades, profesiones, salarios y niveles de habilidad. De esta manera, muchos trabajadores continuarán trabajando en conjunto con las máquinas, y solo una parte de sus actividades serán automatizadas (Manyika et al., 2017). Sin embargo, el estudio también sugiere que estos procesos podrían generar en la población temor o resistencia a la implementación de la automatización en sus países o regiones, más aún en países en los que las labores relacionadas con actividades físicas son las que ocupan a la mayor parte de la población, especialmente en la manufactura, el comercio y la agricultura, así como en las actividades vinculadas con la recopilación y el procesamiento de datos, las cuales existen en todos los sectores.

Adicionalmente, las condiciones del mercado laboral de cada país también podrían incidir en los efectos de la automatización. Por ejemplo, las industrias manufactureras y agrícolas, que incluyen actividades físicas, tienen un alto potencial de automatización, sin embargo, los bajos salarios de algunos países, especialmente en desarrollo, pueden frenar su adopción (Manyika et al., 2017). Es decir, una máquina podría sustituir la mano de obra humana, solo si ésta tuviera la capacidad de producir más que el trabajador, pero por el mismo o menor coste. Este escenario tendría más posibilidades de ocurrir con tareas rutinarias y codificables que puedan ser traducidas a un código para que un computador las lleve a cabo (Saunders, 2018).

Según Bosch et al. (2018), la automatización tiene repercusiones económicas, sociales y políticas a nivel mundial y, en especial, para los países de América Latina y el Caribe. Ripani et al. (2020) señalan que, aunque América Latina y el Caribe no presentan una adopción significativa de la automatización, en comparación con los países de altos ingresos, y que esto supondría pensar que los efectos de la marea tecnológica no afectan aún la región, se están omitiendo aspectos relevantes, como el hecho de que la economía moderna es parte central de un mundo que está cada día más interconectado. Según los mismos autores, entre

los años 2011 y 2016, la introducción de robots en Estados Unidos afectó negativamente el nivel de empleo y los salarios de los trabajadores de Brasil y Colombia, debido a la relación que mantienen estos países con Estados Unidos, mientras que el empleo en México, que está íntimamente conectado con la economía estadounidense, aumentó.

Adicionalmente, la automatización ha generado un incremento en las históricamente altas desigualdades económicas y sociales de la región (Ripani et al., 2020). Por ejemplo, los autores mencionan que el 10% más rico gana 22 veces más que el 10% más pobre, y que el coeficiente de Gini promedio en la región es de 0,46, mientras que en los países más ricos es de 0,32. Asimismo, los autores mencionan que esta fuerte desigualdad hace que la región sea más vulnerable ante crisis y disrupciones tecnológicas, debido a que estas impactan desproporcionadamente a los más pobres.

En este contexto, este estudio tiene como objetivo identificar los factores tanto individuales como agregados que influyen en el temor de los habitantes de Latinoamérica a la automatización. Para esto, se estimarán varios modelos logísticos multinivel, con datos de la encuesta del Latinobarómetro del año 2018. Los resultados de este estudio contribuyen en el entendimiento de cómo la automatización interactúa con la economía y causa temor en la sociedad, específicamente en los habitantes de Latinoamérica.

1.2. Justificación

Saunders (2018) argumenta que la tecnología ha sido un factor determinante para el mejoramiento de las condiciones de vida de las personas. El autor menciona que la automatización complementa la mano de obra humana y hace que a la gente le resulte más fácil llevar a cabo su trabajo, y se concentre en aquello que al hombre le resulta más fácil realizar, como la generación de ideas, la resolución de problemas y la comunicación compleja, todo aquello en lo que las máquinas no son buenas aún.

Los procesos de automatización no son beneficiosos del todo, generan debate, temor y

resistencia en varias regiones del mundo, en especial en los países poco desarrollados, donde su población aún no visualiza a la automatización como una alternativa (Manyika et al., 2017). Los mismos autores mencionan que, aunque la mayor parte del debate actual acerca de la automatización se centra en el potencial desempleo masivo, la naturaleza misma del trabajo cambiará, las personas realizarán trabajos complementarios con las máquinas, y esto modificará la organización de las empresas, la estructura y los modelos de negocio.

Latinoamérica es una de las regiones más desiguales del mundo, tiene brechas muy marcadas y estas brechas abren la posibilidad de que la automatización impacte fuertemente a esta región (Ripani et al., 2020), generando así un temor a la automatización en varios sectores de la economía y en países que no pueden converger hacia la automatización.

Si bien, la automatización ha generado varias posiciones, los problemas sociales son los temas que más preocupan a los estudiosos del tema. Por ejemplo, el potencial desempleo masivo, la polarización del empleo y el incremento de las brechas sociales, son condiciones que podrían acentuarse a causa de los procesos de automatización en regiones como América Latina (Manyika et al., 2017; Saunders, 2018; Ripani et al., 2020).

Aunque la investigación sobre la automatización es relativamente nueva, economistas de varios países de la región latinoamericana han realizado estudios con el fin de identificar los riesgos que conlleva la automatización, buscando respuestas que permitan una mejor preparación para afrontar a una eventual ola tecnológica. Por ejemplo, en Chile, la Asesoría Técnica Parlamentaria (2019) realizó un estudio de los efectos de la automatización sobre el trabajo, revelando la posibilidad de enfrentar situaciones de desempleo tecnológico y polarización del mercado laboral. A partir de estos resultados, se analizan políticas públicas que permitan solventar los problemas que genera la automatización.

De tal manera, los resultados de la presente investigación constituirán una fuente de información que aportará para el diseño e implementación de políticas públicas, así como en el entendimiento del descontento social que podría provocar la implementación de los procesos de automatización en los países de la región.

1.3. Objetivo general

Determinar los factores individuales y agregados que influyen en el temor a la automatización en América Latina.

1.4. Objetivos específicos

- Examinar el origen y evolución histórica de la automatización.
- Analizar a la automatización en el contexto latinoamericano.
- Identificar las características individuales de los habitantes de Latinoamérica que influyen en el temor a la automatización.
- Identificar los factores agregados de los países de Latinoamérica que influyen en el temor a la automatización.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. ¿Qué es la automatización?

Se define a la automatización como el uso de máquinas en actividades que, con el tiempo y la evolución, resultarían difíciles de ser realizadas por el ser humano (Groover, 2020). El mismo autor menciona que la automatización es el procedimiento en el que una tecnología se ocupa de realizar un proceso, por medio de comandos programados y combinados que aseguran la ejecución adecuada de instrucciones.

Según Groover (2020), el desarrollo de estas tecnologías se ha vuelto cada vez más dependiente del uso de computadoras y tecnologías relacionadas con la computadora, en consecuencia, los sistemas automatizados se han vuelto cada vez más sofisticados y complejos, posibilitando la realización de varios trabajos que antes resultaban imposibles, gracias al desarrollo de la robótica, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático.

La automatización ha madurado de forma que, una serie de otras tecnologías se han desarrollado a partir de ella y han alcanzado un reconocimiento y un estatus propio (Groover, 2020). La robótica es una de estas tecnologías, haciendo de esta una rama especializada en la que la máquina automatizada tiene ciertas características humanas (Manyika et al., 2017).

2.2. Origen y evolución de la automatización

El término automatización se acuñó en la industria automotriz, alrededor de 1946, con el fin de describir el uso cada vez mayor de dispositivos y controles automáticos en las líneas de producción, este término se lo atribuye a D.S. Harder, gerente de ingeniería en Ford Motor Company (Groover, 2020). El término se usa ampliamente en conexión con una variedad de sistemas en los que hay una sustitución significativa de la acción mecánica, eléctrica o computarizada por el esfuerzo y la inteligencia del hombre, pero realmente este es el punto de partida de la automatización, o más bien es el principio del término (Groover, 2020).

El autor checo Karel Capek (1920), hace casi un siglo, acuñó la palabra robot, pues en una de sus obras él relataba una fábrica con androides, los cuales hacían, cada uno, el trabajo de dos y media personas por una fracción del costo, pero, hoy en día, la ciencia ficción se ha convertido en una realidad en los negocios (Manyika et al., 2017). La automatización siempre ha estado ligada al reemplazo de energía humana por energía mecánica. Este reemplazo ha sido la fuerza impulsora detrás de la mecanización, que ha permitido llegar a la creación de herramientas y dispositivos mecánicos (Groover, 2020).

La Revolución Industrial jugó un papel importante en los desarrollos históricos de la mecanización y automatización que condujeron a sistemas automatizados modernos. Rey (2009) menciona tres *Revoluciones Industriales* como las fases para llegar al momento actual, siendo dichas fases las que generaron grandes cambios, cada una en su época. La primera, que abarca desde mediados del siglo XVIII hasta principios del siglo XIX, es fundamental para el desarrollo de la automatización, pues en esta aparecieron los primeros mecanismos de control, se creó el motor a vapor y la industria textil automatizó muchos procesos. La segunda Revolución Industrial, comprendida entre finales del siglo XIX y principios del XX, se caracteriza por profundos cambios económicos en el mundo, pasando de economías predominantemente agrarias a economías de consumo y producción masiva, también se creó el motor de combustión y se dio el auge de la electricidad y su masificación. Finalmente, en la tercera Revolución Industrial, que tuvo sus inicios en la segunda guerra mundial hasta la

actualidad y es conocida como la “Revolución de la Inteligencia”, en la que se estima que el conocimiento se duplica cada cinco años, los procesos de globalización e integración entre países son mucho más veloces, las redes de investigación crecen constantemente, el internet y todas las facilidades tecnológicas que presta esta revolución (Rey, 2009).

Contrastando con Rey (2009), Brynjolfsson y McAfee (2014) dividen el progreso histórico en *dos eras de las máquinas*. Según los autores, la primera era se remonta a la invención de la máquina a vapor. Esto trajo consigo una explosión de innovación y una mejora tal de las condiciones de vida, que el estadounidense medio de la actualidad disfruta una calidad de vida inimaginable siquiera para los nobles más ricos de la época. La segunda era de las máquinas, empezó en la década de 1990 y se caracterizó por tres factores: i) aumentos exponenciales en la potencia informática Ley de Moore¹, ii) la agilidad y el poder de las tecnologías digitales (con la capacidad de replicar ideas y productos a coste cero o muy bajos) y iii) la capacidad creativa para aprovechar ideas y así generar innovaciones.

En la primera era, el hombre buscaba dirigir su propia fuerza a máquinas que magnificaran el músculo humano, siendo posible desarrollar dispositivos sencillos como la palanca y la polea (Groover, 2020). Estos desarrollos con el tiempo fueron modificados hasta llegar a máquinas motorizadas que ya no requerían la fuerza del hombre para funcionar, por ejemplo, las ruedas hidráulicas y los molinos de viento (Saunders, 2018).

Cada nuevo desarrollo en la historia de las máquinas ha traído consigo un mayor requerimiento de dispositivos de control para aprovechar la potencia de la máquina. Las primeras máquinas a vapor requerían que una persona abriera y cerrara las válvulas, primero para admitir vapor en la cámara del pistón y luego para expulsarlo (Saunders, 2018). Posteriormente, se diseñó un mecanismo de válvula deslizante para realizar automáticamente estas funciones (Groover, 2020).

La reducción de costos, una mejor calidad y una velocidad inimaginable, era lo que se veía

¹Ley de Moore: Moore propuso que la potencia informática se duplicaría año tras año. Hoy en día la potencia informática tiene crecimientos exponenciales, a este comportamiento se lo conoce como Ley de Moore (Saunders, 2018)

venir con estos cambios en la producción, pues como lo mencionaba Saunders (2018), estas tecnologías trajeron en conjunto nuevas tecnologías, que revolucionaron el futuro próximo, comenzando así, la segunda era de las máquinas.

La segunda era se caracteriza por la potencia informática. Saunders (2018) enfatiza que esta ha jugado un rol importante durante el desarrollo de nuevas tecnologías, ya que ha abaratado los costos de producción significativamente. Por ejemplo, el autor menciona que un supercomputador de 1996 tenía un costo de alrededor de 55 millones de dólares, para el año 2006, una consola de videojuegos con la misma potencia informática de aquel computador y un tamaño reducido costaba alrededor de 500 dólares.

Esta potencia informática, sus reducciones de costos y su desarrollo exponencial en los últimos años han hecho que las computadoras pasen de tener procesamientos básicos a poder realizar actividades cognitivas que antes eran realizadas solo por humanos (Saunders, 2018). A pesar de esta situación acelerada en la cual las máquinas ya son el gran cerebro en varias actividades, Manyika et al. (2017) argumentan que, los cambios en el empleo no sucederán de la noche a la mañana, debido a cinco factores que influirían en el ritmo y alcance de su adopción.

El primero es la viabilidad técnica, dado que es necesario inventar, integrar y adaptar la tecnología a actividades específicas. El segundo factor es el costo de desarrollar e implementar las soluciones, lo que dificultaría la adopción en empresas pequeñas y medianas. Las dinámicas del mercado laboral son el tercer factor, e incluyen la oferta, la demanda y el costo de mano de obra humana como una alternativa a la automatización. El cuarto factor, los beneficios económicos, incluyen una mayor producción y mejor calidad, así como ahorros en costos de mano de obra. Por último, la reputación y aceptación social pueden afectar la tasa de adopción de la automatización aun cuando las empresas se beneficien de su implementación (Manyika et al., 2017).

Desde la posición de Manyika et al. (2017), para que se pueda observar el efecto total de la automatización en las actividades laborales actuales deberán transcurrir algunas décadas.

Aunque los efectos de la automatización pueden ser lentos a nivel macroeconómico, considerando la totalidad de los sectores o economías, pueden ser rápidos a un nivel microeconómico, tanto para un trabajador cuyas actividades se automaticen como para una compañía cuya industria se vea desestabilizada debido a competidores que usen a la automatización.

La automatización, como un proceso de reducción de tiempos, disminución del trabajo del hombre y mayor calidad de los productos finales, puede ligarse directamente con la innovación. Según Saunders (2018), las grandes innovaciones que son ampliamente utilizadas y que mejoran con el tiempo, han existido desde los inicios de la historia. Estas innovaciones son conocidas como tecnologías de uso general GPT², que han cambiado el curso de la historia. Las GPT interrumpen y aceleran la marcha normal del progreso económico (Saunders, 2018). En otras palabras, hacen que las condiciones de vida mejoren, las personas sean más productivas y abren caminos hacia nuevos tipos de trabajo.

2.3. El dilema de la automatización en la economía

La automatización ha sido desarrollada y diseñada en gran parte para ahorrar mano de obra directa, ya sea para sustituir fuerza muscular por fuerza mecánica, trabajo manual meticuloso por precisión de máquina o cálculos manuales, propensos al error, por cálculos digitales de alta velocidad (Argüello, 2019). Por lo tanto, la automatización podría sustituir o complementar la mano de obra humana, haciendo que la productividad aumente e inclusive permitiendo el desarrollo de varias actividades al mismo tiempo (Saunders, 2018).

Varios análisis realizados para los países de la OCDE colocan al riesgo de automatización entre un 13% y un 47% de probabilidad de reemplazo hombre – máquina (Manyika et al., 2017; Pacini y Sartorio, 2017). En el informe *Technology at Work 2.0* (2016) se plantea la hipótesis de que el creciente uso de tecnologías en los países desarrollados podría sustituir empleos previamente deslocalizados a países en vías de desarrollo, lo que erosionaría su tradicional ventaja de costo salarial (Pacini y Sartorio, 2017). Por lo que, estos procesos podrían

²GPT: General Purpose Technologies

generar temor o resistencia en países o regiones que se caracterizan por labores relacionadas con actividades físicas, especialmente en la manufactura, el comercio y la agricultura (Manyika et al., 2017).

El progreso económico implica hacer que los trabajadores pasen a ocupaciones e industrias nuevas, no a ocupaciones e industrias viejas, lo que quiere decir que existe mayor probabilidad de que un empleo se automatice si realiza tareas rutinarias y codificables que puedan ser realizadas por un computador (Pacini y Sartorio, 2017). Sectores como la agricultura y la manufactura tienen el potencial de ser automatizables, debido a la gran cantidad de actividades rutinarias que se realizan (Saunders, 2018).

El proceso de sustitución de los humanos por las máquinas en la agricultura no es nuevo. Saunders (2018) comenta que a finales del siglo pasado el uso de tractores y cosechadoras hizo que la producción se intensificara, haciendo que la mano de obra humana necesaria para producir se redujera; esto generó que los alimentos se volvieran más asequibles e hizo que fuera más improbable que la gente muriera de hambre. Según el autor, esto condujo a que los trabajadores agrícolas emigraran a las grandes ciudades en donde contribuyeron a que la economía se desarrollara y creciera, además de reducir costes, haciendo que los transportes, los cuidados sanitarios y la educación fueran asequibles.

Adicionalmente, el mismo autor argumenta que, en muchos casos, las máquinas complementan la mano de obra humana permitiendo que los trabajadores sean más productivos, pero, al mismo tiempo, no pueden reemplazar al trabajador por completo. Asimismo, argumenta que la productividad laboral, equivalente a la producción dividida entre los recursos utilizados aumenta cuando se despliega tecnología, ha sido un factor determinante para una mejora importante de las condiciones de vida en todos los países a lo largo del tiempo. Por ejemplo, el autor describe que el estadounidense medio actual dispone de cuidados médicos, mejor acceso a la información, mejores formas de comunicarse y viajar que la gente más rica del mundo en un pasado no tan lejano. Por tanto, la naturaleza misma del trabajo cambiará, las personas realizarán trabajos complementarios a las máquinas y esto modificará la

organización de las empresas, la estructura y los modelos de negocio (Manyika et al., 2017).

Aunque la mayor parte del debate actual acerca de la automatización se centra en el potencial desempleo masivo, esta situación es mucho menos probable dadas las tendencias de envejecimiento en varios países del mundo (Manyika et al., 2017). Según el estudio del McKinsey Global Institute (2017), las personas y las máquinas trabajarán en conjunto para generar crecimiento, en especial del PIB per cápita, siendo este un indicador por naturaleza de la calidad de vida, pues más alto, se supondrá que existe una mejor calidad de vida para el país o región que busque a la automatización como una solución. En el mismo estudio se sugiere que es el momento oportuno para que los gobiernos se beneficien del potencial crecimiento de la productividad e implementen políticas que estimulen la inversión y los incentivos del mercado para que fomenten el progreso y la innovación. Asimismo, se debe fomentar políticas que ayuden a los trabajadores e instituciones a adaptarse al impacto de la automatización, lo más probable es que se reestructure la educación, las transferencias, la seguridad social y todo esto en función de quienes serán desplazados.

A pesar de las brechas generadas por la automatización, Román (2016), señala en su artículo que la automatización generará un crecimiento del PIB mundial, por dos razones sencillas: i) el consumo de artefactos utilizados para implementar procesos de automatización incrementará el comercio mundial, originando así una hiper conexión entre países, y ii) el incremento de la productividad. El autor argumenta que se podría estar trabajando con una arma de doble filo, ya que los países que no alcancen a converger hacia la automatización quedarán rezagados de este crecimiento y en general como se muestra en la investigación, la automatización provocará brechas muy marcadas entre un país y otro, no solo por la adopción pronta de la automatización, sino también por varios factores como el incremento del PIB per cápita, del PIB, de la industrialización, de la globalización y de las tasas de escolaridad, factores que en conjunto determinan el desarrollo de un país.

Junto con el riesgo del desempleo y de la polarización laboral, Argüello (2019), explica que los sectores industriales del futuro próximo serán modificados profundamente en su contenido

y organización a causa de la automatización. Este autor muestra que la industrialización estará basada en procesos de robotización e inteligencia artificial, haciendo que las brechas entre países que puedan automatizarse más rápido y los que no, sean mucho más amplias.

De acuerdo con Saunders (2018), es crucial considerar que la automatización no solo afectará la cantidad de empleos, sino que también tendrá impacto en la calidad de los mismos. Hay ciertos grupos que se preocupan por la cantidad de empleos que quitará la automatización, mientras otros insisten en que se mejorarán, ambos pronósticos son ciertos dependiendo del nivel de cualificación y es ahí donde la polarización del empleo generada por la automatización toma forma. Saunders (2018) distingue tres niveles de cualificación del empleo, un nivel bajo, medio y alto, pero esto podría variar con la automatización de por medio, los empleos bajos, por más sencillos que sean, siempre necesitarán de la mano de obra humana para desarrollar óptimamente sus labores, el nivel del medio sería el más afectado, pues ya se han puesto en marcha muchos procesos de automatización y este nivel es el más afectado, por lo que serían desplazados a realizar actividades menos cualificadas y de salarios inferiores. Finalmente, el nivel de mayor cualificación se vería poco afectado porque son aquellos que tienen el conocimiento y la habilidad para controlar y trabajar en conjunto con las máquinas, haciendo que un nivel se desplace hacia el otro, provocando un incremento de las brechas no solo salariales sino sociales.

Bustelo et al. (2019) mencionan a la brecha de género, como otro de los problemas que entra en debate, el cual no es una sorpresa en el mercado laboral actual, la existencia de inequidad de género es un hecho documentado y persistente en la mayoría de los países del mundo. Según los autores, más mujeres trabajan en ocupaciones peor pagadas, pasan más tiempo en tareas de cuidado y tienen una menor participación en campos de CTIM³ que los hombres y es aquí donde surge la pregunta: ¿es la automatización una oportunidad o una amenaza para la igualdad de género en el mercado laboral? Además, los autores muestran que existe una característica importante al referirse al empleo de las mujeres: la alta segregación

³CTIM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática

educativa y laboral que contribuye a que haya una clara diferenciación en las tareas y el uso de habilidades entre hombres y mujeres (Bustelo et al., 2019). Los autores ponen de ejemplo que las mujeres eligen menos carreras relacionadas con las CTIM, y eso hace que estén rezagadas en el uso de las habilidades vinculadas con la automatización, siendo las mujeres uno de los grupos más afectados por este proceso.

Robles et al. (2019) argumentan que las mujeres, aunque no tienen una participación importante dentro de las CTIM, tienen gran relevancia dentro de la educación y la salud, pues cerca de 3 de cada 4 trabajadores de este sector son mujeres. Con todo, la educación y la salud son considerados empleos de buena calidad, por todo el desarrollo que estos han tenido durante los últimos 15 años, sobre todo en los incrementos salariales, los cuales han mejorado los ingresos y en consecuencia la calidad de vida. Asimismo, los autores evidencian que siempre, al hablar de educación y salud, se mencionan los servicios que prestan, sin embargo, es importante destacar la relevancia de estos servicios en la proporción de empleos, dada que la automatización genera varios conflictos a la hora de discutir los efectos de la misma sobre el empleo.

Las brechas sociales generadas por la automatización pueden ser varias, algunas ya han sido mencionadas en esta sección, sin embargo, Acemoglu y Restrepo (2020) plantean una brecha que, aunque no ha sido mencionada directamente se encuentra latente a la hora de hablar sobre la automatización: el nivel de escolaridad y su rol frente a la automatización. Los autores señalan que las personas que asistieron a la universidad y adquirieron un mayor nivel de habilidades, tendrán mayor competitividad y se adaptarán más rápido a este proceso que los que no fueron a la universidad. La automatización como se menciona en este trabajo podría terminar con aquellos trabajos de un nivel medio de cualificación, por lo que se esperaría que los institutos de enseñanza superior comiencen procesos de adopción y modificación de sus planes y carreras con el fin de generar profesionales afines a las exigencias de este mundo globalizado.

Rivera (2019) argumenta que la globalización y el alto grado de interdependencia entre

las economías generarán conflictos a causa de la automatización, dado que las economías más desarrolladas buscarán reducir costes e implementar desarrollos tecnológicos, con el fin de aumentar la productividad en segmentos en donde los países en desarrollo, en épocas pasadas, presentaban ventajas comparativas por los precios menores de mano de obra. Además, Argüello (2019) señala que la globalización y los cambios demográficos, que tienden al envejecimiento de la población, obligarán a ciertas regiones a acelerar los procesos de automatización, por lo que las políticas que se propongan frente a este proceso deberán adaptarse a la realidad, al contexto de las regiones y los países del mundo.

De acuerdo con Rivera (2019), la edad, aunque no es un factor determinante a la hora de hablar de automatización, podría explicar el nivel de industrialización de cada país y su nivel de adopción de la automatización. El autor comenta que entre más envejecida sea una población, es posible que se acelere más la adopción de sistemas automatizados, esto, en términos, relativos podría explicar por qué países como Estados Unidos y Reino Unido se encuentran retrasados en robótica industrial respecto a Japón, Alemania y Corea del Sur, donde el ritmo de envejecimiento es mayor.

Se puede decir que la automatización genera un profundo debate de lo que se debe y no se debe hacer para que el impacto de esta no sea tan fuerte. Según la CSI (2018), diversos líderes académicos, políticos y empresariales, han comenzado a desarrollar propuestas que generen estabilidad en muchos países, tanto al hablar de seguridad financiera para el empresario como seguridad laboral para el trabajador, ya que se habla de una gran pérdida de empleo y un aumento de la productividad. Aquí es donde nace la interrogante: ¿qué hacer para evitar una debacle de la economía producto de la automatización? La respuesta es simple y es donde la CSI (2018) llega a un acuerdo sobre que la Renta Básica Universal (RBU), sería una solución para reducir el impacto y garantizar una calidad de vida digna.

Aunque el desarrollo del presente trabajo no se centra en la RBU, es un tema que se debe considerar en futuras investigaciones. Parodi (2015), la presenta como una opción frente al desempleo tecnológico y más allá de solo una opción, es una vía por la cual los gobiernos

deberían dirigir sus esfuerzos, priorizando el bienestar social sobre el económico, generando así la oportunidad de enfrentar a la automatización con las herramientas necesarias: políticas, impuestos y restricciones, que produzcan una seguridad frente a todos los posibles escenarios que genere la automatización en el futuro.

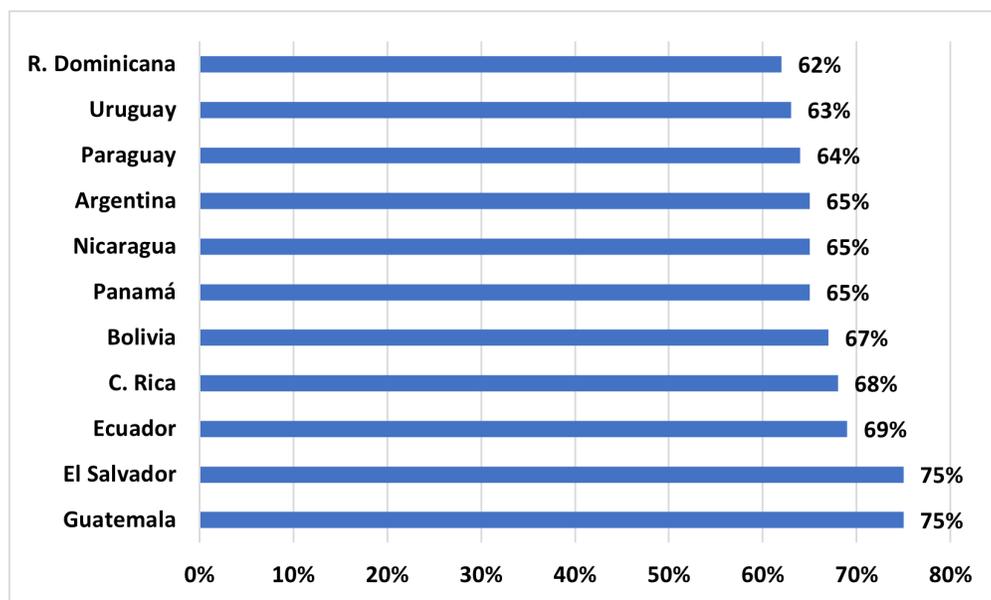
2.4. Latinoamérica: posición frente a la automatización

El impacto de las innovaciones depende de múltiples factores entre ellos las decisiones políticas, económicas y sociales que se adopten, en especial, en los países de América Latina (Pacini y Sartorio, 2017). Bosch et al. (2018) aseguran que, la región se encuentra en un momento bisagra: las decisiones del presente pueden cambiar el destino de los países, los trabajadores y, en general, de todo el sector productivo. Asimismo, los autores mencionan que existen dos tendencias que marcarán el futuro de América Latina frente a la automatización: i) el rápido cambio tecnológico, y ii) el envejecimiento poblacional. La primera generará un impacto social y económico y, aunque sucede en tiempo real, sus efectos todavía son muy inciertos. Por el contrario, el envejecimiento ocurre de manera gradual, sin embargo, en Latinoamérica el envejecimiento está avanzando más rápido de lo normal. Ambas tendencias, comparten un aspecto común: provocarán cambios en la manera de trabajar y organizarse de las sociedades, transformando a su paso el tejido social y económico de los países de la región.

Bosch et al. (2018) sugieren que, en el ámbito económico, las dos tendencias pueden provocar cambios en el crecimiento económico y la productividad, incrementar o disminuir la desigualdad, afectar al empleo y a los ingresos. Además, los autores mencionan que, desde el punto de vista social, se alterará la manera en la que interactúan las empresas, los individuos y el Estado; siendo la parte estatal obligada a repensar la educación, la formación para el trabajo y la propia configuración del Estado de bienestar, pues se requiere que los países ofrezcan respuestas eficaces a los desafíos comunes.

El rápido cambio tecnológico podría poner en juego varias fuentes de empleo. Por ejemplo, en la Figura 2.1 se puede observar cuán vulnerable es el mercado laboral latinoamericano frente a la automatización, siendo Guatemala, El Salvador y Ecuador los países que lideran este riesgo, aunque, en general, gran parte de Latinoamérica sería afectada por esta problemática, haciendo que los países de la región tengan que tomar decisiones para cambiar el futuro de la empleabilidad.

Figura 2.1: Porcentaje de trabajadores en ocupaciones con alto riesgo de ser reemplazados



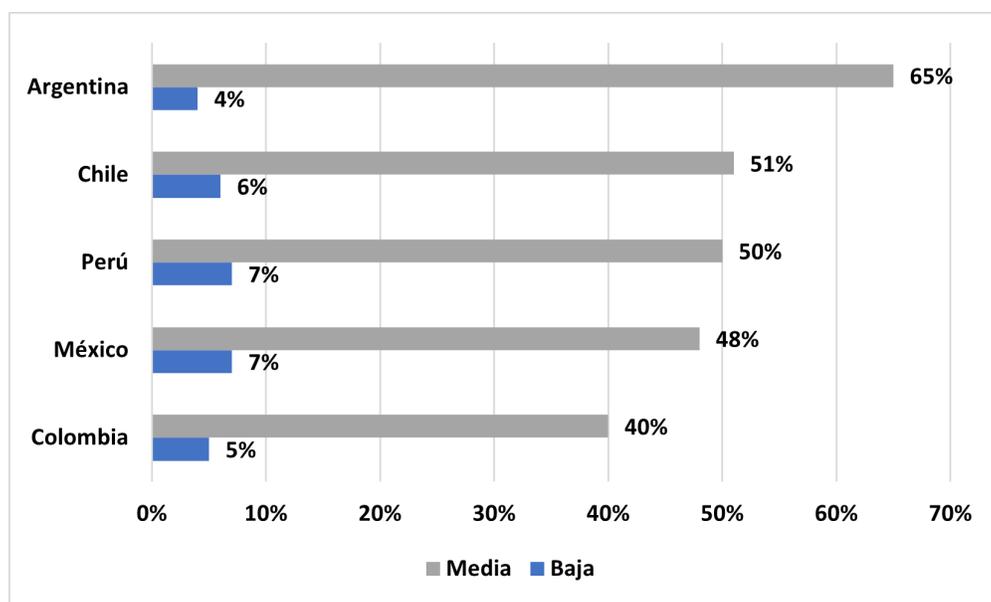
Fuente: Micco y Soler, (2020).

Según Amaral et al. (2019), el cambio tecnológico está transformando profundamente las ocupaciones y habilidades que se requieren en el mercado laboral de todo el mundo. Además, los autores mencionan que, en la actualidad, aún no existe una evidencia de cómo se están dando estos cambios en Latinoamérica. Con base en varias fuentes de datos, los autores estiman que las ocupaciones que más crecen en la región son las relacionadas con la economía digital o con los servicios, al mismo tiempo que aumenta la demanda de habilidades digitales avanzadas, como el manejo de herramientas de desarrollo web y de software, conocimiento de tecnologías de almacenamiento de datos o desarrollo de aplicaciones. Adicionalmente, el empleo para directivos, operarios y trabajadores en el área reparación y mantenimiento está

en constante caída.

El riesgo de automatización también varía por el nivel de cualificación del trabajador; así, un trabajador dedicado a tareas simples podría tener más riesgo frente a la automatización que uno que tenga una ocupación más compleja, pero, en muchos casos, esto no sucede así y podría ser a causa del nivel de salarios en la región. En la Figura 2.2 se observa que el nivel de cualificación no afecta a la probabilidad de automatizar los empleos, una tarea poco cualificada tiene menor probabilidad de ser automatizada que una ocupación con mayor cualificación y esto puede deberse al nivel de los salarios en Latinoamérica, región en la que personas con baja cualificación perciben salarios muy inferiores al costo que representaría automatizar su trabajo.

Figura 2.2: Probabilidad de automatización de los empleos según nivel de cualificación



Fuente: Micco y Soler, (2020).

Los adelantos técnicos en la robótica y la inteligencia artificial presagian un incremento significativo de la automatización en los próximos años, a nivel mundial (Pacini y Sartorio, 2017). A pesar de que la adopción de la automatización en Latinoamérica no es significativa, no se debe omitir aspectos relevantes, como el hecho de que la economía moderna es parte de un mundo que está cada día más interconectado (Ripani et al., 2020). Según el McKinsey

Global Institute (2017) cerca de la mitad de las actividades llevadas a cabo en la economía mundial por las cuales las personas reciben un pago aproximado de \$15 billones por año son potencialmente automatizables. Todos los sectores y regiones serían afectados, países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Perú, podrían dejar en el desempleo a cerca de 75 millones de personas representando aproximadamente un pago de \$1 billón por año.

Por otro lado, Alaimo et al. (2019) mencionan que la automatización ha traído consigo el incremento de plazas de empleo y ha incrementado la cantidad de ingresos en varias partes del mundo, incluyendo Latinoamérica que, a pesar de este efecto positivo hay una contraparte que pone sobre la mesa un gran debate: la precarización laboral. Los autores mencionan que el ingreso en gran medida de plataformas al mercado latinoamericano, como: Uber y Cabify, ha traído consigo grandes riesgos, como la posibilidad de que sus trabajadores no tengan acceso a derechos y garantías fundamentales en el mercado laboral. Asimismo, los autores sugieren que, en estos casos, la ventaja competitiva no se da por una mayor productividad, sino por la evasión de la legislación laboral y la seguridad social, lo que merma el bienestar de los miembros de una sociedad.

América Latina es una de las regiones con mayor desigualdad de ingresos, si se compara el índice de Gini, a mediados de la década de los 2000 la región era 18% más desigual que África subsahariana, 36% más desigual que Asia del Este y el Pacífico y 65% más desigual que los países de altos ingresos (Pacini y Sartorio, 2017). Sin embargo, a principios de la década siguiente la desigualdad disminuyó en América Latina y podría deberse al aumento de las tasas de escolaridad. Se sabe que la automatización genera empleos como lo mencionan Alaimo et al. (2019) pero también podría afectar a los más pobres debido a las fuertes desigualdades sociales presentes en la región. De todas formas, los autores coinciden con Ripani et al. (2020), en que la precarización laboral y el incremento de la brecha social y económica que podría generar la automatización en Latinoamérica, deberían estar sobre la mesa de discusión política.

Azuara et al. (2020) argumentan que la tecnología se ha convertido en una alternativa viable para la recuperación de los empleos perdidos. Por ejemplo, según los autores durante el confinamiento causado por la pandemia de COVID-19, misma que provocó cambios abruptos en la convivencia humana, debido a las medidas de confinamiento y el distanciamiento social, el desempleo estalló, pero gracias a la automatización, una parte de la fuerza laboral se ha podido mantener activa. El uso de tecnologías que tenían una adopción bastante lenta como: el teletrabajo, la capacitación a distancia y la utilización de plataformas digitales, se impulsó durante la crisis sanitaria. Los autores argumentan que la tecnología ha creado oportunidades para la recuperación de fuentes de ingreso.

Según Ripani et al. (2020), los países deben acompañar a los trabajadores en este proceso de automatización de mejor manera, tanto desde la perspectiva de los beneficios sociales como desde los servicios públicos. El hecho de beneficiarse de la flexibilidad laboral que brinda la automatización y la protección de los trabajadores de riesgos de salud, enfermedad y vejez deben replantearse. Azuara et al. (2020) argumentan que, probablemente, el mayor reto para los países latinoamericanos, tras la pandemia y una adopción acelerada de la tecnología, será adaptar las instituciones de seguridad social a la realidad de los mercados laborales de la región. Los mismos autores sugieren el uso de la tecnología para generar el cambio y de esta forma evitar que las brechas existentes en la región se incrementen producto de la implementación de la automatización.

Capítulo 3

Datos y Metodología

Este capítulo tiene como objetivo describir los datos utilizados para la estimación de los modelos, tanto en el nivel 1 (individuos), como del nivel 2 (países). La metodología a usarse requiere tener dos niveles, un primer nivel (individuos) que se caracteriza por responder preguntas a nivel individual y un segundo nivel (países) que utiliza datos agrupados de los países en estudio. Adicionalmente, en este capítulo se presenta la metodología utilizada en este trabajo. Finalmente, se presenta la descripción de las variables junto con su estadística descriptiva.

3.1. Datos nivel 1

Con la finalidad de evaluar los procesos de automatización y su impacto en América Latina, se consideró como fuente principal para la obtención de los datos individuales la encuesta del Latinobarómetro, misma que tiene como fin recolectar datos de opinión pública. La información se obtiene de 18 países de América Latina, en los que se sondea la percepción de cada sociedad sobre temas de actualidad como: desarrollo, corrupción, seguridad, tecnología, industrialización, basado en indicadores de opinión, actitudes, comportamientos, valores, entre otros.

Los países que son parte de esta encuesta son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia,

Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Al tratar la base de datos se identificaron variables con datos perdidos del tipo no sabe o no responde (Anexo A). Por la naturaleza categórica de dichas variables, estos datos fueron imputados por la moda. Además, se suprimieron a los individuos que reportaron estar jubilados, debido a que no presentan mayor temor a la automatización y su aporte no sería pertinente para esta investigación. Los datos corresponden al año 2018. Debido a la no disponibilidad de datos se excluyó de la muestra a Venezuela, realizando un análisis con un total de 13.102 observaciones para 17 países.

3.2. Datos nivel 2

En esta subsección se presenta una descripción de las variables a nivel de país, mismas que recogen información de: crecimiento económico, nivel de riqueza, inversión en la industria, participación de la industria sobre el PIB, tasa de escolaridad y nivel de globalización. La información proviene de dos fuentes y ha sido recolectada para el año de análisis.

El coeficiente de globalización se obtuvo del KOF Swiss Economic Institute, organización que provee información en el campo de la economía y negocios. Las demás variables utilizadas en este nivel, como el Producto Interno Bruto, el Producto Interno Bruto per cápita, el porcentaje de industrialización respecto al PIB, el valor agregado en millones de dólares para la industria y la tasa de escolaridad, se recopilaron de las bases de datos del Banco Mundial.

Al tratar las bases de datos se identificó datos perdidos para la variable tasa de escolaridad (Anexo A). La variable se caracteriza por ser de tipo cuantitativa por lo que los datos fueron imputados a través de la media.

El PIB está expresado en millones de dólares a precios constantes del 2010. Por otro lado, el PIB per cápita, está expresado en dólares a precios constantes del 2010. La indus-

trialización está expresada por dos variables: la primera como porcentaje sobre el PIB, la segunda como valor agregado en millones de dólares a precios constantes de 2010. La tasa de escolaridad es presentada como el porcentaje de ingresos a la primaria. El KOF, como medida de globalización, varía entre 0 y 100; y mientras más cercano se encuentre a 100, el país es más globalizado.

La inclusión de las variables PIB y PIB per cápita tiene como objetivo la obtención de información tanto del tamaño económico del país como de su nivel de ingresos. Adicionalmente, con el fin de capturar tanto el monto de inversión como el porcentaje de inversión respecto al PIB de cada país se incluyeron a las variables Industrialización como el valor agregado en millones de dólares y como porcentaje del PIB.

3.3. Metodología

Al no contar con estudios previos similares a los de esta investigación, en este estudio se utilizaron técnicas econométricas que permitan alcanzar los objetivos del trabajo. Varios trabajos suponen independencia entre observaciones y asumen que los individuos pertenecientes a un mismo contexto tienden a comportarse de manera similar (Andréu, 2011). En este caso, y dadas las características de los datos y los objetivos del estudio, se sigue la sugerencia de Snijder y Bosker (2013), quienes se referían al modelo multinivel como una herramienta que evita la dependencia entre observaciones considerando la estructura anidada de los datos.

Dado que el objetivo de este trabajo es estudiar el temor a la automatización teniendo en cuenta las disparidades existentes entre los países de América Latina, la herramienta metodológica propicia es un modelo multinivel.

3.3.1. Metodología multinivel

La especificación de la metodología multinivel es la siguiente. Somers et al. (2004) definen al modelo para el nivel 1 (individuos) de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_j X_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (3.1)$$

donde Y_{ij} representa la respuesta del individuo i en el país j , X representa a las variables explicativas a nivel individual y ϵ_{ij} es el error que se distribuye normalmente con varianza σ_ϵ^2 .

Como el modelo de la ecuación (3.1) se estima entre individuos para cada país, entonces, β_{0j} es un vector de j interceptos. Por otra parte, los β_j son los coeficientes estimados de las variables explicativas para cada país j .

Asimismo, Somers et al. (2004) definen al modelo del nivel 2 (países) como:

$$\beta_{0j} = \alpha_0 + \beta Z_j + \mu_0 \quad (3.2)$$

$$\beta_j = \phi_0 \quad (3.3)$$

Siendo α_0 el valor promedio del temor a la automatización de todos los individuos, Z un conjunto de variables a nivel agregado o contextual, y μ_0 el error del nivel 2 que se distribuye normalmente con varianza σ_μ^2 . Para este estudio, β_{0j} representa al temor promedio de la automatización en el j -ésimo país.

Sustituyendo las ecuaciones (3.2) y (3.3) en (3.1), se tiene:

$$Y_{ij} = \alpha_0 + \phi_0 X_{ij} + \beta Z_j + \epsilon_{ij} + \mu_0 \quad (3.4)$$

La expresión (3.4) representa un modelo multinivel donde Y_{ij} es una variable binaria que describe el temor a la automatización del individuo i en el país j , X representa a las variables

individuales como: edad, género, autodenominación étnica, clase social subjetiva, años de estudio, nivel de satisfacción con la vida, estado civil, ocupación, sector de la economía, educación y tecnología . Por su parte, Z es un conjunto de variables contextuales como: crecimiento económico, nivel de riqueza, nivel de industrialización, tasa de escolaridad y el coeficiente de globalización.

Coeficiente de correlación intraclase

Los modelos multinivel a menudo también son llamados modelos de componentes de varianza debido a que la varianza residual se descompone para cada nivel (Steele y Goldstein, 2006). Acorde a lo sugerido por Somers et al. (2004), se considera la varianza entre países σ_μ^2 y la varianza entre individuos dentro de un país determinado σ_ϵ^2 . Según Steele y Goldstein (2006), la similitud entre individuos del mismo país está medida por el coeficiente de correlación intraclase (ICC, por sus siglas en inglés) o coeficiente de partición de varianza.

El coeficiente de correlación intraclase se calcula a partir del modelo nulo o también llamado modelo vacío, denominado así porque no contiene variables explicativas (Murillo, 2008). El modelo se presenta a continuación:

$$Y_{ij} = \alpha_0 + \mu_0 + \epsilon_{ij} \tag{3.5}$$

Siendo la varianza entre países (σ_μ^2) y la varianza entre individuos dentro de un país (σ_ϵ^2), se procede a definir el coeficiente de correlación intraclase, notado comúnmente como ρ .

$$\rho = \frac{\sigma_\mu^2}{\sigma_\epsilon^2 + \sigma_\mu^2} \tag{3.6}$$

El estadístico ρ toma valores entre 0 y 1. Si ρ es 0, entonces no hay diferencia entre las unidades del nivel 2 (países); si ρ es 1, no hay diferencias dentro de las unidades del nivel 1 (individuos)(Herrera, 2008).

3.3.2. Modelo logístico multinivel

La especificación de los modelos multinivel difiere de acuerdo al tipo de variable dependiente (Merino, 2017). En este caso, la variable dependiente Y_{ij} de la ecuación (3.1), es de naturaleza binaria. Wooldridge (2010) sugiere que usar metodologías logit o probit que se derivan de modelos de variable dependiente latente o no observable y que estiman la probabilidad de ocurrencia de un evento son los más adecuados para estos casos.

La variable latente Y_{ij}^* permite expresar el modelo multinivel como:

$$Y_{ij}^* = \alpha_0 + \phi_0 X_{ij} + \beta Z_j + \epsilon_{ij} + \mu_0 \quad (3.7)$$

donde se define

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } Y_{ij}^* > 0 \\ 0 & \text{si } Y_{ij}^* \leq 0 \end{cases} \quad (3.8)$$

Por la naturaleza de la variable dependiente se propone un modelo logístico multinivel, detallado a continuación.

$$\ln\left(\frac{\rho_{ij}}{1 - \rho_{ij}}\right) = \alpha_0 + \phi_0 X_{ij} + \beta Z_j + \epsilon_{ij} + \mu_0 \quad (3.9)$$

con

$$\rho_{ij} = P(Y_{ij} = 1 | X_{ij}, Z_j) \quad (3.10)$$

Por último, el modelo se lo expresa:

$$Y_{ij}^* = \alpha_0 + \phi_0 X_{ij} + \beta Z_j + \epsilon_{ij} + \mu_0 \quad (3.11)$$

con $var(\epsilon_{ij}) = \pi^2/3$

Siendo posible reescribir la expresión (3.6):

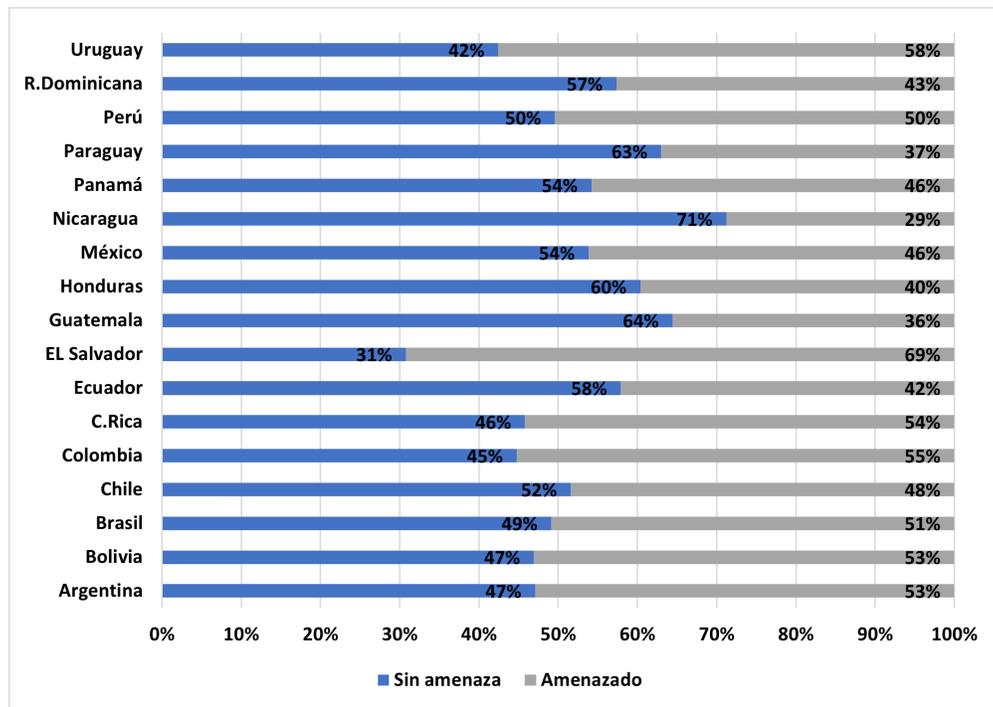
$$\rho = \frac{\sigma_{\mu}^2}{\sigma_{\epsilon}^2 + \pi^2/3} \quad (3.12)$$

3.4. Descripción de las variables

3.4.1. Variable dependiente

En la sección anterior, la variable dependiente fue descrita como latente o inobservable, por esta razón, se eligió una variable que permita inferir en el temor en la automatización. En este caso, la variable se obtuvo a partir de la siguiente pregunta: ¿Se siente amenazado por la automatización? Misma que toma valores de 1 si el individuo se sentía amenazado y 0 en caso contrario.

Figura 3.1: Temor a la automatización por país



Fuente: Latinobarómetro, 2018. Elaboración: Autor

La Figura 3.1 muestra las cifras del temor a la automatización para cada país. Como

se observa en la gráfica, el 52 % de los encuestados no se sienten amenazados por la automatización. Esto se podría deber a que aún no es visible la marea tecnológica en la región. Según Ripani et al. (2020) es posible que, en el corto plazo, en Latinoamérica los efectos de la automatización no sean tan palpables, por lo que se podría generar una falsa seguridad frente a los procesos de automatización.

Aunque los procesos de automatización no se aprecien directamente en el reemplazo humano-robot, estos podrían afectar al nivel de salarios, como en los casos de Colombia y Brasil que, en los últimos años, a causa de la automatización en Estados Unidos, se han visto forzados a ser reducidos (Ripani et al., 2020). El Salvador se ubica como el más temeroso a la automatización con un 69 % de los ciudadanos que le temen a este proceso. Por otro lado, aproximadamente un 50 % de los habitantes de: Brasil, Argentina, México, Costa Rica, Colombia, Bolivia, Perú y Panamá presentan temor a la automatización. Nicaragua, es el país que menos le teme a la automatización, con un 71 % de la población que no se siente amenazada.

Estos comportamientos se pueden explicar por varios factores. Manyika et al. (2017) mencionan que los países latinoamericanos, y en general los países con un nivel medio a bajo de desarrollo, tienden a ser reacios frente a la automatización, dado que su economía concentra su producción en el sector primario e inclusive la mano de obra es poco cualificada, generando una falsa confianza y muy poco temor a estos procesos.

3.4.2. Variables independientes - Nivel 1

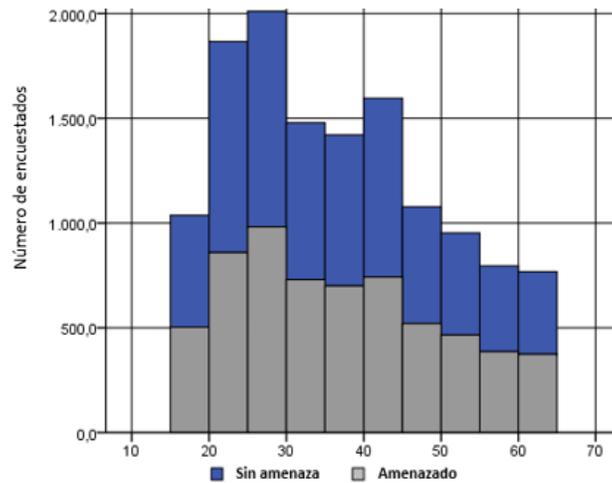
Edad: número de años cumplidos por el entrevistado al momento de realizar la encuesta. El rango de edad está comprendido entre los 16 hasta los 65 años.

Tabla 3.1: Estadística descriptiva

Variable	Descripción	Promedio	Mín	Máx	Desv. Estándar
Edad	Edad del individuo expresada en años	36,5	16	65	14,5

Elaboración: Autor

Figura 3.2: Temor a la automatización por edad

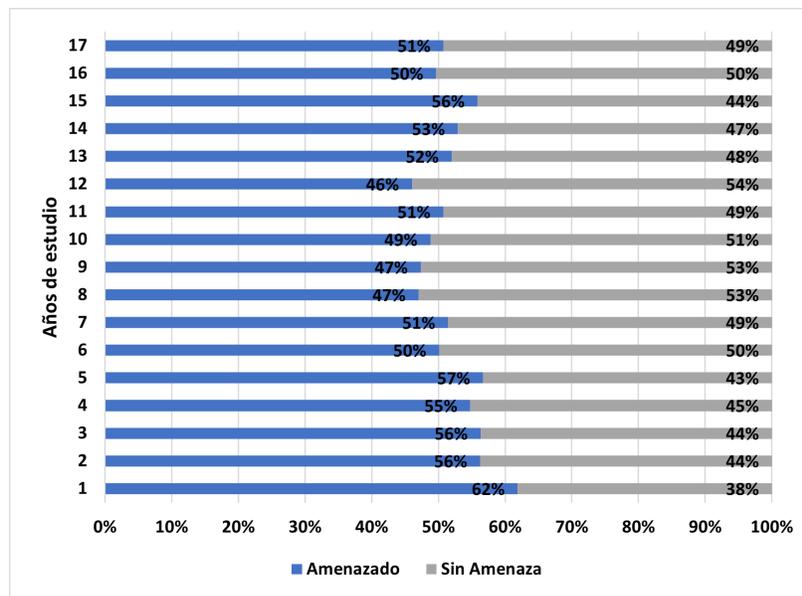


Fuente: Latinobarómetro, 2018. **Elaboración:** Autor

En la Figura 3.2 es posible observar varios rangos de edad, dos de estos llaman la atención por tener acumulado gran parte de la población en estudio, siendo el rango de 20 a 30 años el que menor temor muestran frente a la automatización.

Años de estudio: esta variable representa los años que el entrevistado ha dedicado a su educación.

Figura 3.3: Temor a la automatización por años de estudio

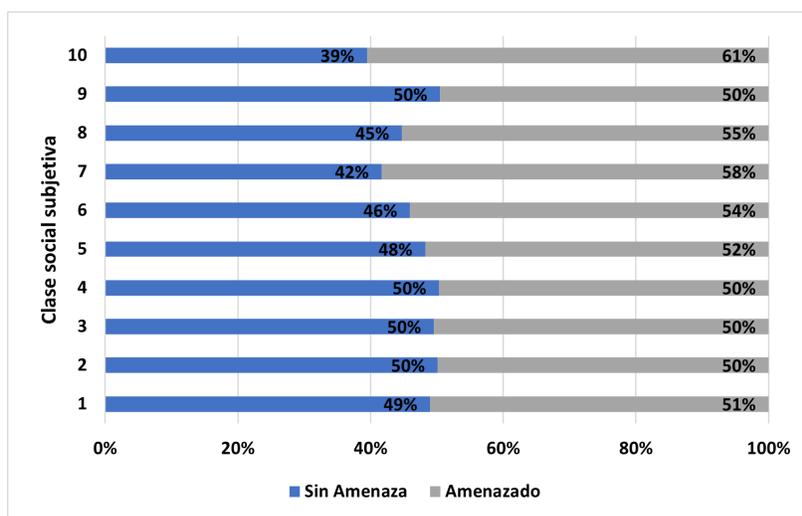


Fuente: Latinobarómetro, 2018. **Elaboración:** Autor

En la Figura 3.3 se observa que a menos años de estudio el temor a la automatización se aumenta, los entrevistados que tenían entre uno y cinco años de estudio tenían un mayor temor a este proceso.

Clase social subjetiva: esta variable representa la ubicación socioeconómica del entrevistado, tiene un rango del 1 al 10, donde 1 se identifica como más pobre y 10 donde se identifica como más rico.

Figura 3.4: Temor a la automatización por clase social subjetiva

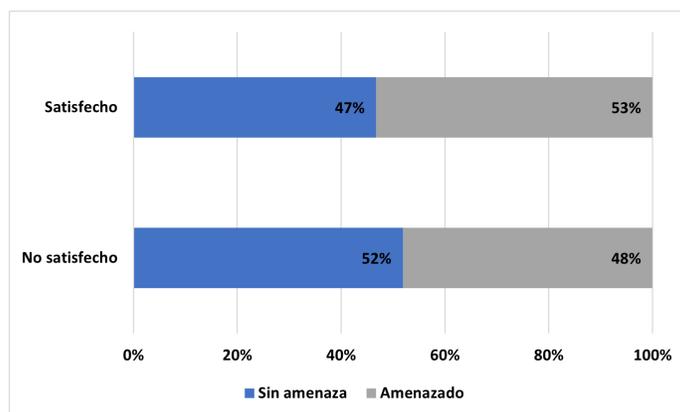


Fuente: Latinobarómetro, 2018. **Elaboración:** Autor

En la Figura 3.4 se visualiza el comportamiento de los entrevistados según la clase social con la que se identificaron, siendo las personas que se ubican en los estratos inferiores quienes más temor le tienen a este proceso.

Satisfacción: esta es una variable que responde a la pregunta de: ¿Cuán satisfecho está con la vida? Toma el valor de 1 si el individuo está satisfecho con la vida, caso contrario 0.

Figura 3.5: Temor a la automatización por satisfacción

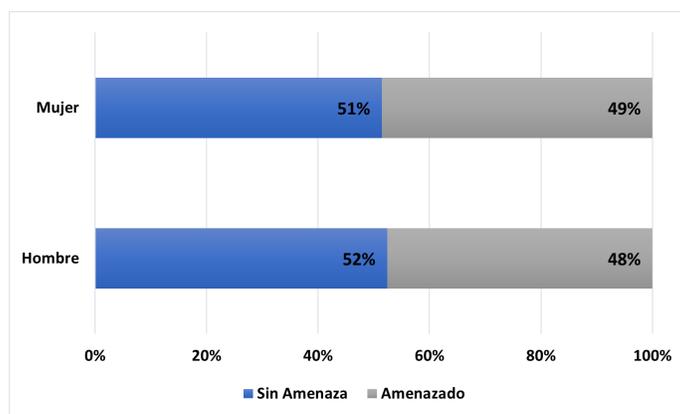


Fuente: Latinobarómetro, 2018. **Elaboración:** Autor

Se puede observar en la Figura 3.5 cómo se encuentran las personas frente a la automatización siendo las no satisfechas con su vida quienes tienen menor temor a estos procesos.

Sexo: esta variable responde al sexo del encuestado, en este caso se tomó a la mujer como referencia, siendo 1 si el entrevistado se identifica como mujer y 0 en caso contrario. Al observar los datos sobre el sexo del encuestado y su proporción frente a la automatización, se puede verificar en la Figura 3.6 que el comportamiento tanto de hombres y mujeres es similar frente a la automatización.

Figura 3.6: Temor a la automatización por sexo



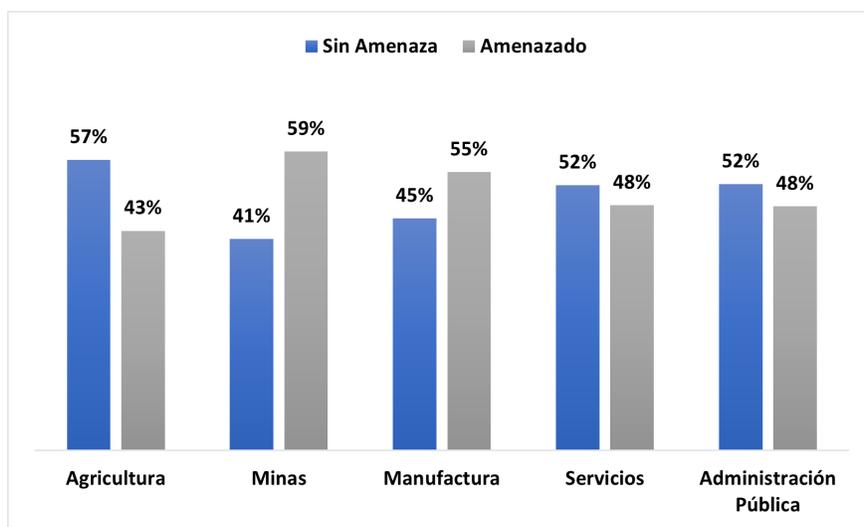
Fuente: Latinobarómetro, 2018. **Elaboración:** Autor

Estado civil: esta variable identifica el estado civil del encuestado. En este estudio, se seleccionó a la población que se identificaba como casado con el valor de 1 si es casado y 0 en caso contrario.

Autoidentificación étnica: esta variable contiene la autoidentificación étnica del encuestado, donde los encuestados se identificaban como afrodescendientes, indígenas, mestizos, blancos y minorías. En este estudio la variable correspondiente a minorías étnicas no fue seleccionada por lo que para el resto de casos el valor fue de 1.

Sector: la variable sector hace referencia al sector de la economía en donde labora el encuestado y se encuentra dividida en cinco tipos de actividades: i) agricultura, ii) minas, iii) manufactura, iv) servicios y v) administración pública.

Figura 3.7: Temor a la automatización por sector de la economía

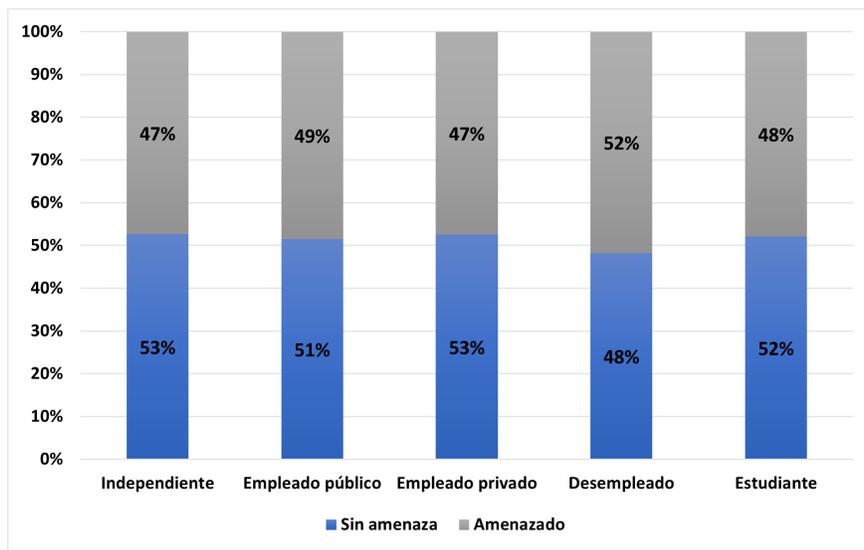


Fuente: Latinobarómetro, 2018. **Elaboración:** Autor

En la Figura 3.7 se puede observar el comportamiento que los individuos de cada sector de la economía tiene frente a la automatización. Los trabajadores del sector de las minas son los que presentan un mayor temor a la automatización con un 59%. Según Manyika et al. (2017), la automatización podría generar mayores problemas en la agricultura, comercio y manufactura. Pero este comportamiento no podría estarse dando debido a las condiciones laborales y al costo de mano de obra en Latinoamérica.

Ocupación: la variable esta relacionada a la ocupación del individuo encuestado, en este caso se encuentra dividida en cinco tipos: i) independiente, ii) empleado público, iii) empleado privado, iv) desempleado y v) estudiante.

Figura 3.8: Temor a la automatización por ocupación



Fuente: Latinobarómetro, 2018. **Elaboración:** Autor

En la Figura 3.8 se puede observar el comportamiento de los individuos por ocupación frente a la automatización. El mayor temor se centra en las personas que no trabajan, pero se encuentran en búsqueda de trabajo, con un 52%. Según Manyika et al. (2017), una de las ocupaciones que deben evolucionar y adaptarse al cambio tecnológico son las centradas en la administración pública, ya que su tipo de trabajo es visible y sin una adopción rápida y eficiente, podrían ser bastante afectados.

Educación: esta es una variable que responde a la pregunta de: ¿Su educación le prepara para los trabajos del futuro? Toma el valor de 1 si el individuo se siente preparado, caso contrario 0.

Tecnología: en este caso se preguntó al encuestado si la tecnología es beneficiosa para el trabajo. En el caso de respuestas afirmativas se toma el valor de 1 y 0 en caso contrario.

3.4.3. Variables independientes - Nivel 2

Esta subsección hace referencia a las variables agregadas: crecimiento económico, nivel de riqueza, inversión en la industria, participación de la industria sobre el PIB, tasa de escolaridad y nivel de globalización.

En la Tabla 3.2 se resume la estadística descriptiva de las variables a nivel de país.

Tabla 3.2: Estadística descriptiva variables agregadas

Variable	Descripción	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv. estándar
PIB_pc	Producto Interno Bruto per cápita a precios constantes de 2010	7.578	1.857	15.111	4.247,74
PIB	Producto Interno Bruto en millones de dólares	320.501	12.006	2'320.859	605.204,70
%IND	Industrialización, valor agregado (% del PIB)	13	5	18	3,19
IND	Industrialización, valor agregado a precios constantes 2010 en millones de dólares.	40.175	1.904	249.365	72434,60
Escolaridad	Tasa de escolaridad (primaria)	94	79	106	8,49
KOFGI	Índice de globalización	66	58	76	5,45

Elaboración: Autor

PIB per cápita: por un lado el PIB per cápita tiene un promedio para la región de 7.578 dólares, donde Chile y Uruguay, con 15.111 y 14.617 dólares, respectivamente, tienen los ingresos más altos de la región, contrastando con Honduras y Nicaragua que tienen ingresos de 2.219 y 1.857 dólares, respectivamente, siendo los valores más bajos de la región. En la Figura 3.9 es posible ver la variación existente entre los países.

Figura 3.9: PIB per cápita Latinoamérica



Fuente: Banco Mundial, 2018. **Elaboración:** Autor

PIB: esta variable está medida en millones de dólares a precios constantes del 2010, su

valor promedio es de 320 mil millones de dólares, su mínimo de 12 mil millones, Nicaragua el país con menor PIB, su máximo de 2.320 mil millones de dólares, Brasil es quien lidera al grupo.

Industrialización: esta variable representa el valor agregado a precios constantes del 2010 en millones de dólares invertidos en la industrialización, siendo Nicaragua el que tiene menor valor y Brasil que representa el valor más alto. El promedio de la región se encuentra en 40 mil millones de dólares.

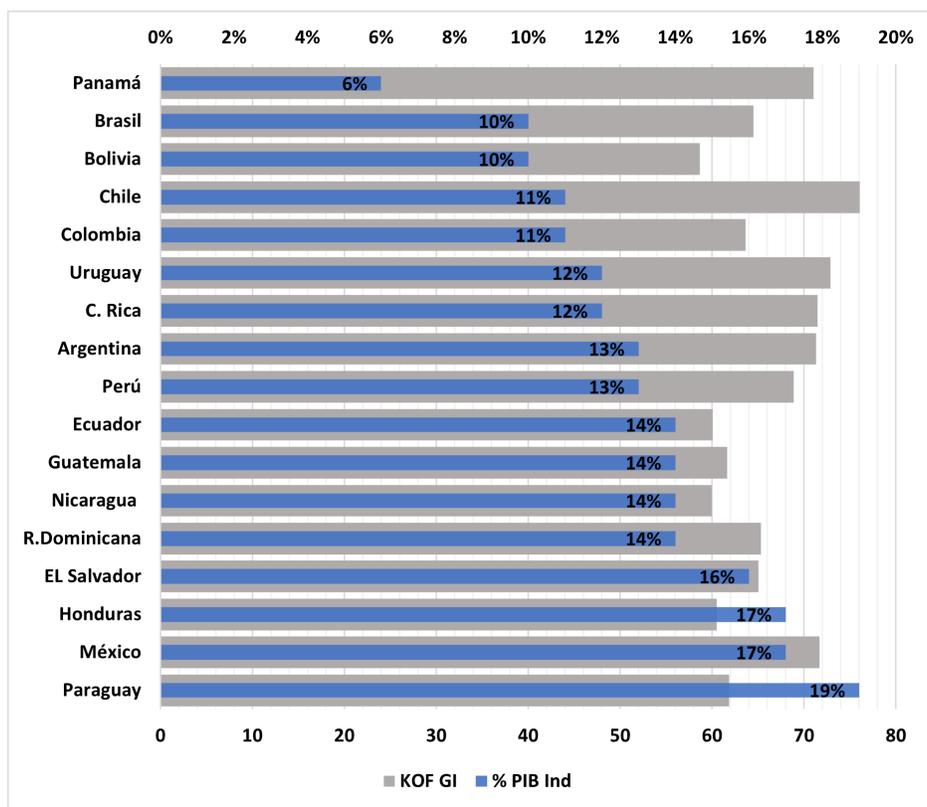
Porcentaje de inversión en industrialización: este porcentaje de inversión es medido en función de lo que cada país de la región invirtió en industrialización respecto al PIB, el promedio de la región se encuentra en 13,05 %, siendo Paraguay con 18,9 % y México 17,3 % los países de la región que más invierten en industrialización, difiriendo Brasil con 9,8 % y Panamá con 5,9 % que son los países que menos invierten.

KOFGI: índice de globalización KOF. Según el KOF Swiss Economic Institute la metodología para el cálculo del índice comprende tres dimensiones de la globalización y su impacto en determinado país: la económica, la política y la social, cada una de las cuales ostenta categorías propias, que a su vez tiene un peso propio en la fórmula o ecuación general.

El KOF utiliza 25 fuentes de datos que recolectan información, nueve variables respecto a la dimensión económica, tres variables respecto a lo político y trece variables respecto a lo social. En lo económico se puede destacar el intercambio comercial como porcentaje del PIB, inversiones extranjeras directas, portafolio de inversiones de activos en acciones y barreras ocultas a las importaciones.

El promedio de la región se encuentra en 66 puntos, Chile con un puntaje de 76 puntos y Uruguay con 73 puntos son los países que lideran este índice en la región, Nicaragua con 60 puntos y Bolivia con 59 puntos son los países que se encuentran al final en la región.

Figura 3.10: Porcentaje de inversión en industrialización versus KOFGI



Fuente: Banco Mundial; ETHzürich, 2018. **Elaboración:** Autor

En la Figura 3.10 se puede ver una comparación del porcentaje de inversión en industrialización y el KOFGI y cómo podría repercutir la inversión en industrialización sobre el índice de globalización.

Escolaridad: esta variable representa la tasa de escolaridad (primaria) por país, siendo el promedio de la región un 94%.

Tabla 3.3: Descripción de las variables independientes

Nivel 1 : Individuos			
Nombre	Etiqueta	Tipo de variable	Descripción
Edad	Edad	Cuantitativa	Edad del individuo en años
Años de estudio	Años de estudio	Cuantitativa	Años que el entrevistado ha dedicado a su educación
Clase social subjetiva	Clase social subjetiva	Cuantitativa	Ubicación socioeconómica del entrevistado, tiene un rango del 1 al 10, donde 1 se identifica como más pobre y 10 donde se identifica como más rico
Satisfacción	Satisfacción	Dicotómica	1 si el entrevistado está satisfecho con la vida, 0 caso contrario
Sexo	Mujer	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como mujer, 0 en caso contrario
Estado civil	Casado	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como casado, 0 en caso contrario
	Afrodescendiente	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como afrodescendiente, 0 en caso contrario
Autoidentificación étnica	Indígena	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como indígena, 0 en caso contrario
	Mestizo	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como mestizo, 0 en caso contrario
	Blanco	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como blanco, 0 en caso contrario
	Independiente	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como independiente, 0 en caso contrario
Ocupación	Empleado público	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como empleado público, 0 en caso contrario
	Empleado privado	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como empleado privado, 0 en caso contrario
	Estudiante	Dicotómica	1 si el entrevistado se identifica como estudiante, 0 en caso contrario

Nivel 1 : Individuos			
Nombre	Etiqueta	Tipo de variable	Descripción
Sector	Agricultura	Dicotómica	1 si el entrevistado trabaja en el sector de la agricultura, 0 en caso contrario
	Manufactura	Dicotómica	1 si el entrevistado trabaja en el sector de la manufactura, 0 en caso contrario
	Servicios	Dicotómica	1 si el entrevistado trabaja en el sector de los servicios, 0 en caso contrario
	Administración pública	Dicotómica	1 si el entrevistado trabaja en el sector de la administración pública, 0 en caso contrario
Educación	Educación	Dicotómica	1 si el entrevistado siente que su educación le ha preparado para trabajos del futuro, 0 caso contrario
Tecnología	Tecnología	Dicotómica	1 si el entrevistado considera que si es beneficiosa la tecnología, 0 caso contrario
Nivel 2 : Países			
Nombre	Etiqueta	Tipo de variable	Descripción
PIB per cápita	PIB_pc	Cuantitativa	Producto Interno Bruto per cápita a precios constantes 2010
PIB	PIB	Cuantitativa	Producto Interno Bruto a precios constantes 2010
Industrialización	IND	Cuantitativa	Inversión en industrialización en millones a precios constantes 2010
Porcentaje de inversión en industrialización	%IND	Cuantitativa	Porcentaje de inversión respecto al PIB en industrialización
KOFGI	KOFGI	Cuantitativa	Índice de globalización
Escolaridad	Escolaridad	Cuantitativa	Tasa de escolaridad (primaria)

Elaboración: Autor

Capítulo 4

Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de la estimación de los modelos logísticos multinivel, mismos que tienen como objetivo identificar los factores que inciden sobre el temor a la automatización de los habitantes de Latinoamérica. En primera instancia, se muestra el modelo nulo, de éste se calcula el coeficiente de correlación intraclase. Finalmente, se muestra la estimación de seis modelos, en el nivel 1, las variables individuales son las mismas para los seis modelos y para el nivel 2, las variables agregadas son: crecimiento económico, nivel de riqueza, nivel de industrialización, tasa de escolaridad y el coeficiente de globalización, cada variable corresponde a cada uno de los seis modelos.

La Tabla 4.1 contiene la estimación del modelo nulo. Con esta información se procede a calcular el coeficiente de correlación intraclase (ICC) usando la ecuación 3.12, obteniendo un $\rho = 0.04192$, es decir, que la varianza a nivel países representa el 4% de la varianza total.

Tabla 4.1: Modelo nulo: Temor a la automatización

	Coefficiente	Error Estándar	z	P > z
Constante	-0.0976	0.0937	-1.04	0.298
Parámetros de efectos aleatorios		Estimado		Error Estándar
Var (Nivel 2: Países)		0.1439		0.0515

Correlación Intraclase (ICC) = 4%

Elaboración: Autor

Una vez estimado el modelo nulo se procedió a incorporar las variables explicativas de los dos niveles. En la Tabla 4.2 se presentan los resultados de las estimaciones.

Tabla 4.2: Estimación de los modelos logísticos multinivel

Variables	Temor a la automatización					
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Nivel 1: Individuos						
Edad	-0.00058 (-0.37)	-0.00058 (-0.37)	-0.00058 (-0.38)	-0.00058 (-0.37)	-0.00057 (-0.37)	-0.00057 (-0.37)
Años de estudio	0.00654 (1.27)	0.00654 (1.27)	0.00655 (1.28)	0.00654 (1.27)	0.00654 (1.27)	0.00654 (1.27)
Clase social subjetiva	-0.0309** (-3.07)	-0.0309** (-3.07)	-0.0308** (-3.06)	-0.0309** (-3.07)	-0.0309** (-3.07)	-0.0309** (-3.07)
Satisfacción	-0.159*** (-3.63)	-0.159*** (-3.63)	-0.159*** (-3.64)	-0.159*** (-3.63)	-0.159*** (-3.63)	-0.159*** (-3.63)
Mujer	-0.0157 (-0.43)	-0.0157 (-0.43)	-0.0155 (-0.42)	-0.0157 (-0.43)	-0.0157 (-0.43)	-0.0157 (-0.43)
Casado	-0.0303 (-0.79)	-0.0303 (-0.79)	-0.0305 (-0.79)	-0.0303 (-0.79)	-0.0303 (-0.79)	-0.0303 (-0.79)
Afrodescendiente	-0.0574 (-0.93)	-0.0574 (-0.93)	-0.0558 (-0.90)	-0.0574 (-0.93)	-0.0574 (-0.93)	-0.0574 (-0.93)
Indígena	-0.0770 (-0.99)	-0.0770 (-0.99)	-0.0768 (-0.98)	-0.0770 (-0.99)	-0.0770 (-0.99)	-0.0770 (-0.99)
Mestizo	-0.219*** (-3.78)	-0.219*** (-3.78)	-0.217*** (-3.77)	-0.219*** (-3.78)	-0.219*** (-3.78)	-0.219*** (-3.78)
Blanco	-0.157* (-2.40)	-0.157* (-2.40)	-0.155* (-2.36)	-0.157* (-2.40)	-0.157* (-2.40)	-0.157* (-2.40)

Variables	Temor a la automatización					
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Nivel 1: Individuos						
Independiente	-0.176** (-2.72)	-0.176** (-2.72)	-0.174** (-2.69)	-0.176** (-2.72)	-0.176** (-2.72)	-0.176** (-2.72)
Empleado público	-0.144 (-1.64)	-0.144 (-1.64)	-0.142 (-1.62)	-0.144 (-1.64)	-0.144 (-1.64)	-0.144 (-1.64)
Empleado privado	-0.179** (-2.59)	-0.179** (-2.59)	-0.177* (-2.57)	-0.179** (-2.59)	-0.179** (-2.59)	-0.179** (-2.59)
Estudiante	-0.136 (-1.46)	-0.136 (-1.46)	-0.135 (-1.44)	-0.136 (-1.46)	-0.136 (-1.46)	-0.136 (-1.46)
Agricultura	-0.461* (-2.21)	-0.461* (-2.21)	-0.460* (-2.21)	-0.461* (-2.21)	-0.461* (-2.21)	-0.461* (-2.21)
Manufactura	-0.0741 (-0.35)	-0.0741 (-0.35)	-0.0733 (-0.35)	-0.0741 (-0.35)	-0.0741 (-0.35)	-0.0741 (-0.35)
Servicios	-0.287 (-1.42)	-0.287 (-1.42)	-0.286 (-1.42)	-0.287 (-1.42)	-0.287 (-1.42)	-0.287 (-1.42)
Administración pública	-0.297 (-1.37)	-0.297 (-1.37)	-0.298 (-1.37)	-0.297 (-1.37)	-0.297 (-1.37)	-0.297 (-1.37)
Educación	-0.174*** (-4.25)	-0.174*** (-4.25)	-0.175*** (-4.26)	-0.174*** (-4.25)	-0.174*** (-4.25)	-0.174*** (-4.25)
Tecnología	-0.257*** (-5.31)	-0.257*** (-5.31)	-0.257*** (-5.32)	-0.257*** (-5.31)	-0.257*** (-5.31)	-0.257*** (-5.31)
Constante	1.086*** (4.34)	1.086*** (4.34)	1.102*** (4.50)	1.086*** (4.34)	1.086*** (4.34)	1.086*** (4.34)
Nivel 2: Países						
PIB_pc	-28.96*** (-5.31)					
PIB		-33.26*** (-6.29)				
%IND			-5.031*** (-27.06)			
IND				-29.72*** (-5.00)		
Escolaridad					-16.67** (-2.67)	
KOFGI						-16.48*** (-3.32)
Constante	-0.987*** (-5.47)	-0.987*** (-5.47)	-16.11 (-0.00)	-0.987*** (-5.47)	-0.987*** (-5.47)	-0.987*** (-5.47)
N	13102	13102	13102	13102	13102	13102
Número de grupos	17	17	17	17	17	17

Errores estándar entre paréntesis

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1

Elaboración: Autor

A partir de los resultados obtenidos, se analizan las variables del primer nivel. Con respecto a la edad, esta variable no es significativa. Rivera (2019) sugería a la edad como un factor que podría causar temor frente a los procesos de automatización, pero esto no se evidenció en esta investigación y podría deberse a que la población en la región es joven y aún no visualiza al proceso como un problema (Bosch et al., 2018).

La clase social subjetiva es significativa y negativa, lo que implica que las personas entre más ricas se consideran, menor temor le tienen a los procesos de automatización. Según Ripani et al. (2020), las personas más ricas serían las beneficiarias de estos procesos debido a que la automatización incrementará las brechas ya existentes en Latinoamérica. En tal sentido Saunders (2018) menciona que las personas más pudientes han observado importantes aumentos en sus rentas y su participación en la riqueza a causa de la automatización. Por ello Ripani et al. (2020) sugieren que las fuertes desigualdades en la región, la hacen más vulnerable frente a disrupciones tecnológicas.

El ser mujer, según los resultados, no influye en el temor a la automatización. Según Bustelo et al. (2019), esto podría deberse a que las mujeres son partícipes activas de sectores como educación y salud, mismos que, posiblemente, serán menos afectados por los procesos de automatización.

Los resultados sugieren que la probabilidad de reportar temor a la automatización disminuirá para los individuos que se autoidentifican como mestizos y blancos respecto a las minorías étnicas. Esto se puede deber a que la tecnología y en especial la inteligencia artificial en los últimos años se ha usado para la creación de modelos de predicción, los cuales discriminan a afrodescendientes, indígenas y minorías étnicas tanto en el acceso a créditos como en la detección de posibles perfiles criminales, haciendo a estos modelos étnicamente selectivos (Mcilwain, 2020).

Referente a la ocupación de los encuestados, el trabajar de forma independiente o ser empleado privado parecería disminuir la probabilidad de temerle a la automatización, respecto a los desempleados, lo que podría deberse a que los trabajadores independientes en Lati-

noamérica se caracterizan por tener una cualificación baja, pues estas ocupaciones serían muy difíciles de reemplazar por el alto costo que demandaría y el bajo beneficio que obtendrían los empleadores (Saunders, 2018).

Con respecto a la actividad económica, la agricultura es estadísticamente significativa y negativa, lo que implica que las personas que se encuentran en ese sector tienen menor temor a la automatización respecto a las personas que trabajan en el sector de las minas. Saunders (2018) sugiere que la agricultura podría verse afectada por la automatización en un futuro próximo, contrastando con Manyika et al. (2017) quienes mencionan que, en América Latina, es muy improbable que esto suceda debido a los bajos costos que tiene la mano de obra en esta región.

Para finalizar el análisis de las variables del primer nivel, se observa tanto el resultado de la variable educación como el resultado de la variable tecnología. Estas variables resultaron significativas y negativas, lo que sugiere que las personas que sienten que su educación les permitirá enfrentar a la automatización manifiestan menos temor frente a la automatización. De igual forma, las personas que creen que la tecnología es beneficiosa, experimentarían menos temor frente a un proceso de automatización. Esto se podría deber a que Latinoamérica aún no se involucra directamente con la ola tecnológica haciendo poco visibles los efectos que esta causa (Manyika et al., 2017).

Una vez realizado el análisis de las variables del primer nivel se procede a analizar las variables del segundo nivel, en donde se puede observar que, entre mayor nivel de riqueza tiene un país menor será el temor de sus habitantes a la automatización; esto se puede deber a las condiciones de vida que tienen los países más ricos de la región.

Asimismo, el PIB refuerza lo expuesto anteriormente, debido a que los países más robustos y que presentan un nivel mayor de producción, son los países en donde sus habitantes menor temor le tienen a la automatización. Román (2016) menciona que la automatización generará crecimiento del PIB mundial, siempre y cuando los países alcancen a converger hacia la automatización, caso contrario, quedarán rezagados de este crecimiento y, en general,

la automatización provocará el incremento de las brechas ya existentes; de esta forma se sugeriría que el temor aumenta si un país no tiene la capacidad y robustez para alcanzar a converger hacia estos procesos.

El nivel de industrialización de un país juega un rol importante a la hora de debatir sobre la automatización y, aunque no es un factor determinante para temer a estos procesos, su relevancia destaca por el valor agregado que genera un país comparado con otro. Los resultados sugieren que, en la región, en un país más industrializado sus habitantes menor temor le tienen a la automatización que en un país menos industrializado, y esto podría darse por en el nivel de productividad, apertura y globalización que presentan los países más industrializados (Román, 2016).

Por otra parte, la región se caracteriza por una tasa de escolaridad que, en los últimos años, ha ido en crecimiento. Según la CAF (2020), la tasa de escolaridad alcanzó niveles no vistos anteriormente, con un promedio del 90 %. Acemoglu y Restrepo (2020) mencionan que los países que poseen una mayor tasa de escolaridad tienen menor probabilidad de verse afectados por la automatización. Acorde a los resultados, en la región los países con una tasa mayor de escolarización sus habitantes menor temor le tienen a los procesos de automatización en relación al resto de países.

Para concluir con el análisis del segundo nivel, se analiza la variable de la globalización (KOFGI), esta variable es significativa y negativa lo que supondría que los habitantes de un país más globalizado le temen menos a la automatización, pues estos países alcanzarían a converger hacia la automatización más rápido que los países menos globalizados, dejándolos rezagados de este proceso (Rivera, 2019).

Capítulo 5

Conclusiones

En el presente trabajo se determinaron las características que influyen en el temor a la automatización de los habitantes de Latinoamérica, estimando un modelo multinivel, mismo que contiene variables explicativas a nivel individual y agregado. Además, esta investigación presenta un análisis del comportamiento y evolución de la automatización, tanto en el contexto global, como en América Latina.

Según investigaciones previas los procesos de automatización tienen el potencial de reemplazar a cerca de la mitad de los trabajos en Latinoamérica. A causa de la automatización, países como Brasil y Colombia, se han visto forzados a reducir el salario de sus trabajadores, afectando su poder de adquisición y el bienestar de la sociedad en general.

Los resultados de la presente investigación sugieren que los habitantes de los países ricos, más globalizados y con un mayor grado de industrialización tendrían menor temor a los procesos de automatización. Asimismo, los resultados sugieren que los ciudadanos que históricamente han sido excluidos, como aquellos que pertenecen a minorías étnicas y estratos sociales bajos, presentan mayor temor a la automatización. Por lo que, en base a los resultados se esperaría que los habitantes de América Latina, en especial, los habitantes de los sectores menos privilegiados generen resistencia a la aplicación de la automatización en la región y como consecuencia de esto se produzcan estallidos sociales.

Finalmente, el estudio recoge información tanto de la evolución como del contexto de la automatización y esta información es una herramienta que abre la oportunidad de adoptar a la automatización de forma ordenada, eficiente y responsable con los grupos menos favorecidos.

Referencias

- Acemoglu, D., y Restrepo, P. (2020). Unpacking Skill Bias: Automation and New Tasks. *AEA Papers and Proceedings*, 110, 356–361.
- Alaimo, V., Chaves, M., y Soler, N. (2019). El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe: ¿Cómo garantizar los derechos de los trabajadores en la era digital? *Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Amaral, N., Ospino, C., Azuara, O., Gonzáles, S., Pagés, C., Rucci, G., y Torres, J. (2019). El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe: ¿Cuáles son las ocupaciones y las habilidades emergentes más demandadas en la región? *Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Andréu, J. (2011). El análisis multinivel: Una revisión actualizada en el ámbito sociológico. *Metodología de Encuestas*, 13, 161–176.
- Argüello, S. (2019). Los efectos de la automatización sobre el trabajo. *Asesoría técnica Parlamentaria*, 12.
- Autor, D.H. (2015). Why are there still so many jobs? the history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3),3–30.
- Azuara, O., Fazio, M., Keller, L., Hand, A., Catalina, R., y Silva, M. (2020). El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe: ¿Cómo puede la tecnología facilitar la recuperación del empleo tras el COVID-19? *Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Bosch, M., Pagés, C., y Ripani, L. (2018). El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe: ¿Una gran oportunidad para la región? *Banco Interamericano de Desarrollo*.

- Brynjolfsson y McAfee (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. W. W. Norton & Company.
- Bustelo, M., Suaya, A., y Viollaz, M. (2019). El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe: ¿Cómo será el mercado laboral para las mujeres? *Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Córdoba, E. (2006). Manufactura y automatización. *Revista ingeniería e investigación*, 26(3), 120–128.
- Gerovitch. (2003). Automation. *Massachusetts Institute of Technology*, 122–126.
- Groover, M. P. (2020). Automation. *Encyclopedia Britannica*, 1–33.
- Herrera, M. (2008). Una introducción al análisis multinivel: ¿La demanda individual de salud es afectada por el médico de cabecera? *Munich Personal Repec Archive*, (35267).
- Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., y Dewhurst, M. (2017). Un futuro que funciona: Automatización, Empleo y Productividad. *McKinsey Global Institute*, 1–27.
- Mcilwain, C. (2020). La tecnología perpetúa el racismo porque fue diseñada para hacerlo. *MIT Technology Review*.
- Merino, J. (2017). La potencialidad de la Regresión Logística Multinivel. Una propuesta de aplicación en el análisis del estado de salud percibido. *Revista de metodología de ciencias sociales*, 177–211.
- Murillo, J. (2008). Los modelos multinivel como herramienta para la investigación educativa. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 1(1), 45–62.
- Pacini, B. y Sartorio, L. (2017). ¿Deslocalización o relocalización? *Revista integración y comercio*, 148, 148–162.
- Parodi, G. (2015). La Renta Básica Ciudadana. Opción frente al desempleo tecnológico y la corrupción. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*.
- Rey, W. (2010). Automatización industrial, evolución y retos en una economía globalizada. *Inventum*, 4(6), 1–6.

- Rey Pérez, J. L. (2020). Renta básica universal. *EUNOMÍA Revista en Cultura de la Legalidad*, (19), 237.
- Ripani, L., Soler, N., Kugler, A., Kugles, M., y Rodrigo, R. (2020). El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe: ¿Cuál es el impacto de la automatización en el empleo y los salarios? *Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Rivera Taiba, T. (2019). Efectos de la automatización en el empleo en Chile. *Revista de Análisis Económico*, 34(1), 3–49.
- Robles, M., Aguayo, Y., Schady, N., Zuluaga, D., Fuertes, N., y Kang, M. (2019). Educación y salud: ¿Los sectores del futuro? *Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Román, J. (2016). Industria 4.0. La Transformación Digital de la Industria. *Coddiinforme*, 120.
- Saunders, A. (2018). La era de la Perplejidad: Repensar el mundo que conocíamos. El impacto de la tecnología en el crecimiento y el empleo. *BBVA Openmind*, 21.
- Sauras, J. (2013). R.U.R. Karel Čapek: El origen de la palabra robot. *Fabulantes*.
- Snijder, T., y Bosker, R. (2013). Multilevel Analysis: An Introduction to Basic and Advanced Multilevel Modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 20(3), 541–550.
- Somers, M., McEwan, P.J., y Willms, J.D. (2004). How effective are private schools in Latin America? *Comparative Education Review*, 48(1), 48–69.
- Steele, F., y Goldstein, H. (2006). Multilevel Models in Psychometrics. *Handbook of Statistics*, 26, 401–420.
- Wooldridge, J. (2010). Introducción a la econometría. Un enfoque moderno. *Cengage Learning*, 4° edición.

Anexos

A. Resumen de datos perdidos

Variables	Porcentaje del total
Miedo al reemplazo	8,84 %
Reemplazo regularizado	5,99 %
Estado civil	0,30 %
Identificación étnica	12,68 %
Años de estudio del entrevistado	0,00 %
Años de estudio del padre	9,37 %
Ocupación	0,00 %
Sector empresa	16,25 %
Satisfacción con la vida	0,62 %
Progreso del país	2,25 %
Auto ubicación pobreza	0,94 %
Educación para trabajos del futuro	3,93 %
Niños educación para trabajos del futuro	4,21 %
Clase social subjetiva	2,96 %
Tecnología perjudica o beneficia el empleo	5,46 %
Escolaridad	35,29 %

Elaboración: Autor