



SERIE ANÁLISIS DE POLÍTICA PÚBLICA: MERCADO DEL TRABAJO N° 1

NIVEL EDUCACIONAL Y RIESGO DE AUTOMATIZACIÓN: EVIDENCIA SOBRE EL MERCADO LABORAL CHILENO

El Centro de Desarrollo, Estudios e Incidencia de INACAP tiene como propósito:
Contribuir al fortalecimiento y posicionamiento de la Educación Técnico Profesional mediante la generación de iniciativas y conocimiento experto, desde un enfoque centrado en la creación de bienes públicos.

Para ello:

- **Desarrollamos iniciativas de valor** a problemas sociales, económicos y medioambientales.
- **Buscamos incidir en la Formulación de Políticas Públicas** vinculadas a la Educación Técnico Profesional a través de la generación de iniciativas y evidencia.
- **Construimos espacios de diálogo y trabajo compartido** entre el sector productivo, el Estado, educación y sociedad civil, en aras de la Educación Técnico Profesional y el desarrollo sostenible del país.

Puede ver sus publicaciones en <https://portal.inacap.cl/impacta>

Para descargar la presente publicación:



SERIE ANÁLISIS DE POLÍTICA PÚBLICA: MERCADO DEL TRABAJO N° 1

**NIVEL EDUCACIONAL Y RIESGO DE AUTOMATIZACIÓN:
EVIDENCIA SOBRE EL MERCADO LABORAL CHILENO**

AUTORES:

Juan Ignacio Venegas Muggli, Subdirector Centro de Desarrollo, Estudios e Incidencia, INACAP

Diego Zuñiga Olave, Asesor Dirección de Análisis Institucional, INACAP

Catalina Matus Navarro, Asesora Centro de Desarrollo, Estudios e Incidencia, INACAP

* Agradecemos los comentarios de Patricia Roa y Gerhard Reinecke de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y de Gonzalo Donoso T. de INACAP.

DISEÑO:

Alejandro Esquivel R.

INACAP, NOVIEMBRE 2024

Prólogo

En un mundo cada vez más marcado por el avance tecnológico y la automatización, el mercado laboral enfrenta desafíos sin precedentes. La transformación acelerada de diversos sectores y la digitalización de múltiples tareas están redefiniendo la naturaleza del trabajo y la demanda de habilidades. En este contexto, resulta imperativo entender cómo estas tendencias afectan a diferentes grupos de la sociedad y, en particular, cómo el nivel educativo influye en la probabilidad de que ciertas ocupaciones sean automatizadas.

El presente estudio tiene como objetivo central el mercado laboral chileno, examinando la relación entre el nivel educativo y la probabilidad de automatización de distintas tareas. Los hallazgos son reveladores: los titulados de educación superior, ya sea de universidades, Institutos Profesionales o Centros de Formación Técnica, presentan una menor probabilidad de que sus labores sean automatizadas en comparación con aquellos que solo han completado la educación secundaria.

Además, este estudio descubre importantes diferencias en la relación entre nivel educativo y probabilidad de automatización cuando se consideran variables como el sexo, el grupo etario, el quintil de ingreso, la región, la categoría ocupacional y la rama de actividad económica de los trabajadores.

Este análisis no solo ofrece una mirada a la dinámica del mercado laboral chileno en la era de la automatización, sino que también proporciona valiosa infor-

mación para formuladores de políticas, educadores y para los actores del mundo del trabajo. Al destacar la importancia del nivel educativo en la resiliencia frente a la automatización, este estudio subraya además la necesidad de invertir en educación y formación continua para preparar a las y los trabajadores del futuro, un tema que ha sido de especial interés y preocupación para la OIT desde hace ya varios años.

Este importante trabajo se enmarca en la fructífera colaboración entre la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Centro de Formación Técnica y el Instituto Profesional INACAP de Chile. Esta alianza ejemplifica el compromiso de la OIT con la promoción de un trabajo decente y la justicia social, tal como se establece en la Declaración del Centenario de la OIT del año 2019 y la recientemente conformada Coalición Mundial por la Justicia Social impulsada por la OIT, que tiene como uno de sus propósitos poder avanzar en políticas inclusivas que aseguren que los beneficios del progreso tecnológico se distribuyan equitativamente, sin dejar a nadie atrás.

Esperamos que los lectores encuentren en estas páginas información útil y esclarecedora que contribuya a enfrentar los desafíos que plantea la automatización y aprovechar las oportunidades que la revolución tecnológica trae consigo para la creación de más trabajo decente.

Fabio Bertranou

Director Oficina de la OIT
para El Cono Sur de América Latina

Resumen

En el contexto del efecto que están teniendo las rápidas transformaciones tecnológicas en la automatización de ciertas tareas y ocupaciones, el siguiente estudio examinó, para el mercado laboral chileno, la relación entre el nivel educativo y probabilidad de automatización. Considerando información de la frecuencia del uso de habilidades de la encuesta PIACC, de características sociodemográficas de la encuesta CASEN y la clasificación de riesgo de automatización de Frey y Osborne, se aplica un enfoque de tareas realizadas (task-based approach) para estimar a nivel de personas ocupadas la pro-

babilidad de automatización de las labores que realizan en sus ambientes de trabajo. Los resultados evidencian que los titulados de educación superior, tanto universitarios como de Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica, tienen una menor probabilidad de automatización que los egresados de educación secundaria. Asimismo, se encuentran diferencias relevantes en la relación entre nivel educativo y probabilidad de automatización, al ser examinada según el sexo, grupo etario, quintil de ingreso, región, categoría ocupacional y rama de actividad económica de los trabajadores.

Índice

06	Antecedentes
07	Automatización y Mercados Laborales
09	Metodología
11	Resultados
17	Discusión
20	Referencias

Antecedentes

En el marco de los efectos que tienen los procesos de automatización tecnológica en los mercados laborales de distintas partes del mundo, el siguiente documento busca analizar, en el mercado del trabajo chileno, la relación entre el nivel educativo alcanzado por los trabajadores y la probabilidad de que sus labores puedan ser automatizadas. A partir de una estimación inicial respecto de cómo varía la probabilidad de automatización según el nivel educativo máximo alcanzado (Educación Media - EM, Educación Superior Técnico-Profesional - ESTP o Educación Superior Universitaria - ESU), se calcula luego cómo estas diferencias generadas por el

nivel educacional se comportan al ser analizadas separadamente según una serie de atributos sociodemográficos y laborales de los trabajadores.

En este marco, se describirán inicialmente algunos planteamientos generales sobre los efectos de los procesos de automatización en los mercados laborales, se desarrollará luego la metodología definida para la estimación de las probabilidades de automatización, se presentará después el análisis de la relación entre el nivel educativo y la probabilidad de automatización, planteando, finalmente, una breve discusión en torno al devenir de la política pública en esta área.

Automatización y Mercados Laborales

Los desafíos en productividad y las brechas de talento, reflejadas en las exigencias impuestas por la digitalización y la automatización, siguen y seguirán impactando a la formación para el trabajo. La crisis económica, social y sanitaria ha afectado y acelerado muchos de los procesos ya mencionados, como también la necesidad de formar personas con cualificaciones técnicas. Al año 2018 un 28% de las empresas señala que en Chile no se posee suficiente talento técnico para llevar a cabo las transformaciones que requieren (Hawksworth et al., 2018), existiendo brechas de cualificaciones relevantes en un espacio donde cinco millones de adultos no contaban con educación superior (ES). Hoy, esa brecha puede haberse incrementado ya que el escenario post-pandemia ha mostrado que los procesos de automatización y digitalización avanzaron a un ritmo muy superior al que se esperaba, visibilizando ocupaciones técnicas y profesionales como fuerza de trabajo esencial o crítica (área salud, TI o logística).

Al considerar estas temáticas a nivel global, distintos autores han promovido la necesidad de medir empíricamente el efecto de estas transformaciones tecnológicas, estimando la probabilidad de automatización de aquellas ocupaciones y tareas que están más expuestas a ser sustituidas (Filippi et al., 2023). En concreto, se señala que, en tanto las tecnologías de inteligen-

cia artificial van extendiendo sus aplicaciones en los mercados laborales, vuelven a emerger miedos sobre el llamado desempleo tecnológico y las tensiones sociales que esto conlleva. En contextos donde la introducción de nuevas tecnologías de la información ha permitido la automatización de tareas previamente efectuadas por trabajadores, se plantea que en cuestión de décadas la automatización tiene el potencial de progresar desde el reemplazo de tareas simples hacia la sustitución de tareas abstractas de mayor complejidad, lo cual, si no es abordado a tiempo, debería tener consecuencias importantes en el desempleo, lo que genera un aumento en la cobertura y costos de políticas públicas, en particular aquellas referidas al resguardo de derechos sociales (Adamcszy et al., 2021; Arntz et al., 2016).

Con respecto a la región de América Latina, se han realizado diversos estudios sobre estas temáticas, lo cual permite contextualizar de mejor forma el análisis de los efectos de la automatización considerando aspectos propios de la región, tales como una mayor proporción de empleo informal y el rezago en la implementación de las nuevas tecnologías. En este marco, Weller et al. (2019) proponen que la estimación tradicional del riesgo de sustitución tecnológica del trabajo humano debe considerar una corrección al ser estudiada en América Latina y el

Caribe. Esto viene dado por el hecho de que una gran cantidad de trabajos en la región tiene como característica central el ser de baja productividad y venir determinados mayormente por las necesidades de hogares de menores ingresos en vez de las nuevas tendencias tecnológicas. De esta manera, concluyen que en la región el riesgo de automatización es comparativamente menor, dado que este segmento de baja productividad tiene muy bajas chances de ser afectado por los avances tecnológicos. De manera similar, Egana-delSol et al. (2022) plantean la relevancia de estudiar los efectos de la automatización considerando una perspectiva de género, dado que los mercados laborales de esta zona presentan importantes brechas de género respecto tanto de la participación laboral como de los niveles de salarios.

En el marco de estas rápidas transformaciones, tanto a nivel global como en América Latina, se fortalece entonces la necesidad de contar con procesos de educación formal y no formal pertinentes y alineados a las nuevas necesidades del mercado del trabajo. Asimismo, se ha observado que los propios empleadores han ido tomando consciencia de estos procesos, generando sus propios planes de formación para entregar formación inicial o realizar upskilling o reskilling de

sus trabajadores (Mühlemann & Wolter, 2014). Es así como se hace relevante examinar evidencia concreta que permita comprender las tendencias actuales de los procesos de automatización y cómo estos afectan los mercados del trabajo en sus distintas dimensiones, toda vez que esto permite entregar insumos al desarrollo de políticas públicas orientadas a hacer frente a las transformaciones tecnológicas observadas.

En este escenario, una línea particular de estudio hace referencia al efecto del nivel educativo en la probabilidad de automatización. Sobre esto, diversos estudios han evidenciado que la educación tiene un efecto positivo en la realización de labores más complejas y por lo tanto está asociado a una menor probabilidad de automatización (Arntz et al., 2016; Zhou et al., 2020). Asimismo, se ha señalado también que este efecto puede variar significativamente según el contexto donde se estudia (Egana-del Sol et al., 2022; Zhou et al., 2020). Dicho lo anterior, este estudio plantea realizar un aporte a esta discusión, examinando de manera detallada cómo se da esta relación entre nivel educativo y riesgo de automatización en Chile, y profundizando respecto de cómo esta varía según una serie de otros atributos de los trabajadores.

Metodología

La metodología utilizada en este estudio para estimar las probabilidades de automatización replica los elementos principales del trabajo de Bravo para ChileValora (2022). Esto implica aplicar la sugerencia de Arntz et al. (2016) de realizar estas estimaciones desde un enfoque de las tareas realizadas por los trabajadores (Task-Based Approach), donde se estima la relación entre la probabilidad de automatización, definida inicialmente a partir de la categorización de automatizable o no automatizable realizada por Frey y Osborne (2017), y las tareas específicas realizadas por los trabajadores en sus lugares de trabajo, considerando información sobre la frecuencia de uso de estas.

Si bien esta metodología presenta ciertas limitaciones, tales como el hecho de que dificulta la consideración de aspectos contextuales de los mercados laborales y el hecho de que la base respecto de la cual se define si una labor es automatizable viene dada por la opinión de expertos realizada hace más de 10 años, dentro de la literatura se plantea igualmente como alternativa válida para generar evidencia general sobre los efectos de la automatización en los mercados laborales (Filippi et al., 2023; Adamcszy et al., 2021). A partir de lo anterior, tal

como lo plantean estos mismos autores, los resultados de esta metodología deben ser tomados con cautela al representar únicamente análisis de tendencias generales de ciertos mercados laborales.

Las fuentes de datos utilizadas son las siguientes: la encuesta del Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) realizada en Chile el año 2016; la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) de 2022; la categorización de automatización de ocupaciones realizadas por expertos en el estudio de Frey y Osborne (2017); y tablas de relaciones entre ocupaciones clasificadas bajo diferentes sistemas de códigos (SOC, CIUO08).¹

El producto final de estas estimaciones de probabilidades de automatización, a partir del cual se realizan los análisis de este estudio, es una base de datos a nivel de trabajadores representativa a nivel nacional que contiene información sobre la probabilidad de que las tareas que estos desempeñan en su trabajo sean automatizadas y diversos atributos sociodemográficos y laborales.

Un primer paso para contar con esta base consiste en tomar la base de datos de la encuesta PIAAC

1. La CIUO88 corresponde a una de las Clasificaciones Internacionales Uniformes de Ocupaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). La SOC, en tanto, es la Standard Occupational Classification, la cual se usa en Estados Unidos. En este estudio se consideran ambas clasificaciones, dado que las categorías ocupacionales de las distintas bases de datos ocupadas vienen en estas distintas clasificaciones, las cuales se pueden equiparar mediante el uso de tablas de equivalencia

2016 y categorizar el uso de 42 habilidades o tareas reportadas por este estudio en dos grupos, según su frecuencia de uso: habitual (habilidades que se ocupan al menos una vez a la semana) y no habitual (menos de una vez a la semana).² La información de la encuesta PIACC, sin embargo, no es representativa de la fuerza laboral de Chile. Ante esto, lo que se hace es realizar estimaciones iniciales para la probabilidad de uso frecuente o habitual de cada una de estas 42 habilidades y luego, a partir de estos coeficientes, se predice el uso de cada habilidad para las observaciones de la encuesta CASEN 2022³, la cual sí es representativa a nivel nacional.

En concreto, desde la encuesta PIACC se estima el modelo logístico expresado en la Ecuación (1) para cada una de las 42 habilidades. Las características incluidas en X_i corresponden a edad, sexo, nivel educacional, la rama de actividad económica en que se desempeña el trabajador y su grupo ocupacional. Sobre esto, cabe destacar que para cada predicción se considera el umbral que genere en cada caso la mayor exactitud (valores correctamente predichos) en la muestra.

$$Pr (Habilidad_i = 1|X_i) = f (X_i * \beta) \quad (1)$$

A partir de la base de datos de la CASEN 2022 con la probabilidad predicha para cada persona sobre el uso de cada una de las 42 habilidades consideradas, se procede a realizar la segunda parte de este cálculo, donde se estima la probabilidad de automatización de cada trabajador propiamente tal. Para esto, las 70 ocupaciones clasificadas como automatizables o no automatizables por expertos en el estudio de Frey y Osborne (2017), las cuales poseen código SOC, se vinculan a 79 ocupaciones de la encuesta CASEN que poseen código CIUO⁴.

A partir de esta muestra de 79 ocupaciones, se estima finalmente la regresión logística expresada en la Ecuación (2). La variable dependiente corresponde a la categorización de automatización, mientras que X' incluye el nivel de uso de las 42 habilidades extraídas de la encuesta PIACC. Con los coeficientes estimados se predice la probabilidad de automatización de cada persona ocupada de la encuesta CASEN, generándose una base de datos de 80.773 personas ocupadas.

$$Pr (Automatizable_j = 1|X') = f (X' * \beta') \quad (2)$$

Para el objetivo concreto del presente estudio, de examinar la relación entre nivel educativo y probabilidad de automatización, se procedió a filtrar la base de ocupados para contar únicamente con aquellos con información educacional y que al menos hayan finalizado sus estudios secundarios. Esto genera una base final de 60.260 trabajadores, los cuales se califican entre quienes tienen como máximo nivel educativo alcanzado la Educación Media (EM), quienes terminaron estudios de educación superior en Institutos Profesionales o Centros de Formación Técnica (ESTP) y quienes finalizaron estudios universitarios (ESU).⁸

Con esta información se realizaron dos tipos de análisis para examinar la relación entre el nivel educativo y la probabilidad de automatización: a) gráficos de la distribución de la probabilidad de automatización considerando el estimador de densidad de Kernel y b) análisis de la proporción de trabajadores que cuentan con un alto riesgo de automatización donde, según nivel educativo y otras características, se estima la proporción de trabajadores que tiene un 70% o mayor probabilidad de ser automatizado.⁵

2. En el marco de este estudio los conceptos de habilidades o tareas se usan como homólogos para referirse a labores que realizan los trabajadores.

3. Debido a la necesidad de predecir el uso de las habilidades en la CASEN, las variables incluidas en X_i son aquellas que se encuentran tanto en la PIACC como la CASEN.

4. En el caso de aquellos trabajadores con estudios de posgrado, se les clasificó en el nivel educativo definido por el tipo de institución donde realizaron sus estudios de pregrado.

5. La definición del 70% como brecha de alto riesgo de automatización viene por otros estudios en la materia, donde se sigue el mismo criterio para una mayor comparabilidad de resultados (ver Egaña del Sol et al. 2022).

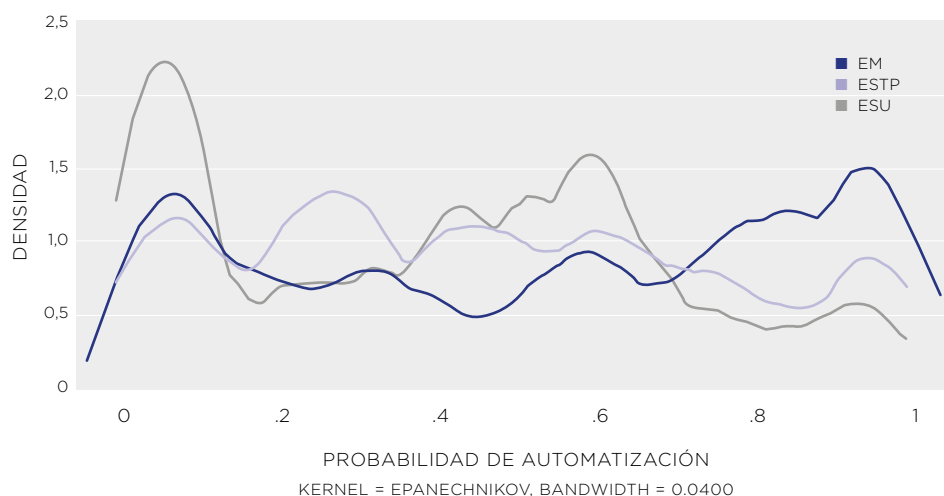
Resultados

El Gráfico 1 presenta la distribución de las probabilidades de automatización de los trabajadores chilenos a través del estimador de densidad de Kernel separadamente para los tres niveles educativos considerados. Sobre esto, se ve con claridad que a mayor cantidad de años de educación menor es la probabilidad de automatización. En esto se ve una primera gran diferencia entre quienes finalizan EM y quienes tienen títulos de educación superior. Lo anterior se observa, sobre todo, al examinar la forma que las tres curvas toman desde el 70% de probabilidad de automatización, donde quienes finalizan EM presentan

una mayor fracción de trabajadores en los niveles más altos de probabilidad de automatización.

Al comparar específicamente las curvas de ambos tipos de titulados de ES, se observa que la ESU se posiciona un poco mejor que la ESTP. De todas formas, destaca que esta diferencia no viene dada mayormente por la densidad observada en el rango de alta probabilidad de automatización (>70%), sino por una mucho mayor cantidad de titulados universitarios con una baja chance de que sus labores sean remplazadas por el avance de nuevas tecnologías (<20%).

**GRÁFICO 1: DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE AUTOMATIZACIÓN SEGÚN NIVEL EDUCATIVO
(ESTIMADOR DE DENSIDAD DE KERNEL)**



Habiendo examinado la relación general a nivel de toda la fuerza laboral en Chile con al menos EM finalizada, es necesario avanzar en el análisis respecto a cómo esta relación cambia al ser considerados otros atributos del trabajador. El Gráfico 2 muestra lo anterior, presentando la distribución analizada en el Gráfico 1, diferenciando según el sexo de los trabajadores.

Del Gráfico 2 se observa que efectivamente la distribución de la probabilidad de automatización según nivel educativo es diferente al ser estimada separadamente para hombres y mujeres. En primer lugar, se ve que en general los hombres tienen una mayor probabilidad de que sus labores sean automatizables, diferenciándose sobre todo estas curvas en el caso de los titulados de EM y titulados ESU. Con respecto a cómo las diferencias entre los niveles educativos varían según sexo, destaca sobre todo que las diferencias entre los titulados de ESTP y ESU, en el rango de alta probabilidad de automatización, son mucho menores en el caso de las mujeres que los hombres. Esto se observa en la proximidad de las líneas gris y morada en el gráfico de mujeres luego de la probabilidad de automatización 0,7.

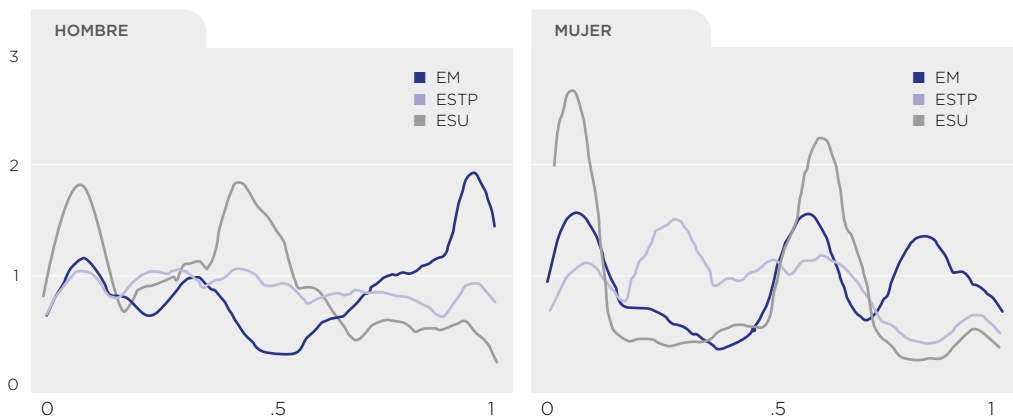
Siguiendo la misma línea del análisis del Gráfico 2, las Tablas 1 a 4 presentan la relación entre nivel

de estudios y la probabilidad de automatización según distintos atributos sociodemográficos y laborales de los trabajadores. Para esto, se presenta la proporción de cada subgrupo de trabajadores con una probabilidad de que sus tareas sean automatizadas igual o mayor al 70%.

La Tabla 1 muestra estas diferencias según sexo, zona geográfica, quintil de ingreso y grupo etario. En primer lugar, se observa que, para la totalidad de la muestra del estudio, el 30,9% de ellos tiene una alta probabilidad de ser automatizado ($\geq 70\%$), proporción que pasa a cerca de la mitad en los titulados ESU (15,5%), a un 24,8% en el caso de titulados de ESTP y a un 40,8% en los titulados de EM. Al separar este análisis según sexo se ven importantes diferencias, partiendo por el hecho que la proporción total de hombres en alto riesgo es mucho mayor a la de las mujeres (36,0% vs 24,5%). Asimismo, se observa que las diferencias relativas en las probabilidades de automatización entre titulados ESU y ESTP son de menor magnitud en las mujeres que en los hombres (18,5% vs 13,4% y 30,7% vs 17,5%) y que las diferencias entre titulados ESU y de EM no varía según el sexo de los trabajadores.

Para el caso de zona geográfica, se observa que las zonas urbanas tienen una mayor proporción

GRÁFICO 2: DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE AUTOMATIZACIÓN SEGÚN SEXO Y NIVEL EDUCATIVO (ESTIMADOR DE DENSIDAD DE KERNEL)



de personas con alto riesgo de automatización, siendo esta brecha un poco mayor en el caso de titulados de EM. De igual forma, se aprecia que el efecto de los niveles educacionales en la automatización no varía si se examina separadamente por trabajadores de zonas urbanas y rurales.

En el caso de quintil de ingreso si se observan importantes diferencias. Mientras a nivel general el quintil de mayor ingreso (Q5) tiene la menor probabilidad de automatización y los demás quintiles tienen probabilidades más similares, al separar este análisis según nivel educacional se observa que, mientras en los titulados ESU se da una relación similar al total de la muestra, en el caso de los titulados de EM y ESTP, a mayor nivel de ingreso mayor es la probabilidad de automatización. Lo anterior se expresa también en el hecho de que en los quintiles de menor ingreso las diferencias entre los niveles educativos respecto a las probabilidades de automatización son menores. Por ejemplo, mientras en el quintil de menor ingreso la diferencia entre ESTP y ESU es de 0,4%

favorable a la ESTP (19,1% vs 18,7%), en el caso del quintil de mayor ingreso esta diferencia es de un 13,4% en favor de la ESU (27,4% vs 14,0%). Lo anterior genera la alerta respecto de que aquellas personas de mayores ingresos sin títulos universitarios están desempeñando labores con un mayor riesgo futuro de ser automatizadas.

De la propia Tabla 1 se aprecian las diferencias según grupo etario. Sobre esto, se observa una clara diferencia entre el grupo de 19 a 30 años versus el resto de los trabajadores, donde el grupo de menor edad tiene una mayor probabilidad de automatización. Al analizar las diferencias entre niveles educativos según grupos etarios no se observan grandes diferencias. Donde sí se logran ver variaciones importantes es en el hecho de que la mayor probabilidad de automatización en grupos jóvenes es sobre todo más fuerte en titulados de EM. Esto último podría sugerir que el grupo de menor edad tiene mayores chances de ser automatizado al estar dedicados, una alta proporción de ellos, a trabajos temporales, sobre

**TABLA 1: PROPORCIÓN DE PERSONAS CON ALTO RIESGO (>=70%)
DE QUE SUS OCUPACIONES SEAN AUTOMATIZADAS SEGÚN NIVEL EDUCATIVO
Y CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS**

Nivel Educativo		EM	ESTP	ESU	Total
Total		40,8%	24,8%	15,5%	30,9%
Sexo	Hombre	45,8%	30,7%	17,5%	36,0%
	Mujer	33,6%	18,5%	13,4%	24,5%
Zona Geográfica	Urbano	41,6%	25,1%	15,6%	31,2%
	Rural	31,8%	20,2%	12,2%	26,7%
Quintil Ingreso	Q1	33,0%	18,7%	19,1%	30,8%
	Q2	38,5%	18,9%	17,0%	33,8%
	Q3	41,3%	24,3%	20,1%	35,3%
	Q4	43,5%	26,4%	16,5%	32,9%
	Q5	45,4%	27,4%	14,0%	24,0%
Grupo Etario	19-30	47,2%	25,2%	16,7%	37,3%
	31-40	41,4%	23,5%	15,9%	28,7%
	41-50	35,9%	25,3%	15,4%	27,9%
	0-65	35,7%	25,8%	12,9%	28,9%

todo en el caso de aquellos que habiendo terminado sus estudios secundarios se encuentran estudiando en educación superior.

En la Tabla 2 se observan las diferencias entre los niveles educativos separadamente para cada región del país. En primer lugar, se ve que las regiones con mayor probabilidad de automatización se encuentran en la zona norte y las de menor probabilidad, en la zona sur del país. De igual forma, es posible ver que las diferencias en las probabilidades de automatización de los niveles educativos varían bastante según regiones. Por ejemplo, al comparar titulados ESU con ESTP se ve que en la Región Metropolitana es donde menos brecha existe entre ambos grupos respecto de su probabilidad de automatización (18,1% vs 26,1%), siendo esta mucho mayor en las regiones

de Los Lagos y Aysén (9,2% vs 26,3% y 6,3% vs 17,5%). En el caso de las diferencias entre EM y ESTP, estas son mayores en la Región de la Araucanía (15,6% vs 34,5%), lo cual se contrasta sobre todo con la Región de Antofagasta, donde la probabilidad de automatización se asimila mucho más entre titulados de ambos niveles educativos (47,9% vs 36,2%).

En las Tablas 3 y 4 se presenta la relación entre la probabilidad de automatización y nivel educacional separadamente para categorías ocupacionales y para rama de actividad económica, respectivamente. Sobre estos análisis cabe destacar que, a diferencia de lo descrito en las Tablas 1 y 2, algunas relaciones se explican por la propia definición de algunas de las variables presentadas. Por ejemplo, existe una clara asociación entre nivel

**TABLA 2: PROPORCIÓN DE PERSONAS CON ALTO RIESGO ($\geq 70\%$)
DE QUE SUS OCUPACIONES SEAN AUTOMATIZADAS SEGÚN REGIÓN DE RESIDENCIA**

Región/Nivel Educativo	EM	ESTP	ESU	Total
Total	40,8%	24,8%	15,5%	30,9%
Región de Arica y Parinacota	39,0%	23,1%	13,9%	30,6%
Región de Tarapacá	47,2%	29,1%	13,7%	37,8%
Región de Antofagasta	47,9%	36,2%	18,3%	39,6%
Región de Atacama	49,0%	32,7%	15,4%	39,2%
Región de Coquimbo	42,3%	25,6%	13,8%	32,9%
Región de Valparaíso	36,6%	24,4%	13,0%	28,5%
Región Metropolitana	43,4%	26,1%	18,1%	32,0%
Región de O'Higgins	35,6%	22,9%	11,8%	28,2%
Región del Maule	34,6%	19,6%	12,2%	27,3%
Región de Ñuble	35,1%	21,8%	9,8%	27,5%
Región del Biobío	39,6%	21,2%	11,7%	28,5%
Región de La Araucanía	34,5%	15,6%	8,5%	25,3%
Región de Los Ríos	36,1%	17,7%	8,4%	26,3%
Región de Los Lagos	37,9%	26,3%	9,2%	29,0%
Región de Aysén	37,3%	17,5%	6,3%	25,4%
Región de Magallanes	38,0%	19,7%	9,8%	27,7%

educacional y categoría ocupacional en el sentido de que a mayor nivel educativo más alta es la categoría ocupacional. Lo anterior, sin embargo, no implica que estos análisis entreguen evidencia relevante sobre el tema del estudio.

La Tabla 3 presenta la relación entre nivel educativo y probabilidad de automatización separadamente según tipo de ocupación, considerando las categorías CIUO 08. En cuanto a esto, se observa en primer lugar que existen importantes diferencias en la proporción de trabajadores con alto riesgo de que sus tareas sean automatizadas según el tipo de ocupación. Mientras el 93,1% de los trabajadores de la categoría operadores de instalaciones, máquinas y ensambladores y el 73% del personal de apoyo administrativo tienen un alto riesgo de automatización, solo el 1,2% de los agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros tienen este alto nivel de riesgo.

Con respecto al vínculo entre nivel educativo y probabilidad de automatización, se observan algunas diferencias al examinarse separadamente para cada categoría ocupacional. Sobre esto, en

la Tabla 3 destaca que, en algunas categorías ocupacionales vinculadas a tareas de menor complejidad, tales como trabajadores de servicios y comercios y técnicos y profesionales de nivel medio, la probabilidad de automatización es mayor en titulados universitarios que en egresados de ESTP. De igual forma, resalta que en el caso de la categoría ocupacional “técnicos y profesionales de nivel medio”, la diferencia entre egresados de educación media y ESTP se acrecienta significativamente (20,7% vs 61,9%). Esto último indicaría que cuando quienes cuentan únicamente con estudios secundarios logran acceder a ocupaciones de mediana complejidad, las tareas desempeñadas en estas son comparativamente más automatizables que aquellas realizadas por titulados de educación superior en similares categorías ocupacionales.

La Tabla 4 examina la relación entre nivel educativo, probabilidad de automatización y rama de actividad económica. En ella se muestra inicialmente que, más allá del nivel educativo, la probabilidad de automatización varía de gran forma entre las distintas ramas, donde destaca la alta proporción de trabajadores con riesgo de

**TABLA 3: PROPORCIÓN DE PERSONAS CON ALTO RIESGO ($\geq 70\%$)
DE QUE SUS OCUPACIONES SEAN AUTOMATIZADAS SEGÚN TIPO DE OCUPACIÓN (CIUO 08)**

Categoría Ocupacional/Nivel Educativo	EM	ESTP	ESU	Total
Total	40,8%	24,8%	15,5%	30,9%
Directores, gerentes y administradores	29,8%	22,5%	17,6%	21,4%
Profesionales, científicos e intelectuales	21,1%	9,9%	7,3%	9,1%
Técnicos y profesionales de nivel medio	61,9%	20,7%	35,0%	39,9%
Personal de apoyo administrativo	77,3%	65,0%	65,3%	73,0%
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	39,4%	21,7%	27,0%	35,6%
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros	1,4%	1,0%	0,2%	1,2%
Artesanos y operarios de oficios	21,3%	9,1%	6,0%	18,5%
Operadores de instalaciones, máquinas y ensambladores	93,1%	93,8%	89,9%	93,1%
Ocupaciones elementales	6,5%	21,5%	22,0%	8,2%
Ocupaciones de las Fuerzas Armadas	5,3%	2,4%	4,5%	4,2%

automatización en actividades financieras y de seguros, transporte y almacenamiento y explotación de minas y canteras. Por otra parte, resalta el bajo nivel de riesgo de labores vinculadas a actividades de enseñanza, artísticas, recreativas, de entretenimiento y de servicios.

Sobre cómo afecta el nivel educacional en la probabilidad de automatización al ser revisado separadamente para cada rama de actividad, destaca que existen un conjunto de ramas donde la probabilidad de automatización, a diferencia de lo que ocurre al revisar el dato para toda la muestra, es mayor en titulados universitarios que en titulados

de ESTP. Entre estas resalta sobre todo el caso de las áreas de construcción y actividades inmobiliarias. De igual forma, resaltan también áreas como administración pública y defensa, enseñanza y actividades de atención de la salud humana y de asistencia social, donde los titulados universitarios tienen comparativamente menor riesgo de automatización que los egresados de ESTP y EM. Finalmente, sobresale que en áreas como construcción, agricultura, ganadería y silvicultura y actividades de servicios administrativos, la proporción de trabajadores con alto riesgo de automatización es comparativamente mayor en titulados de ESTP que en egresados de educación media.

TABLA 4: PROPORCIÓN DE PERSONAS CON ALTO RIESGO ($\geq 70\%$) DE QUE SUS OCUPACIONES SEAN AUTOMATIZADAS SEGÚN NIVEL EDUCATIVO Y RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA

Rama Actividad Económica/Nivel Educativo	EM	ESTP	ESU	Total
Total	40,8%	24,8%	15,5%	30,9%
Actividades financieras y de seguros	98,2%	93,5%	85,6%	90,8%
Transporte y almacenamiento	90,4%	59,7%	39,3%	78,6%
Explotación de minas y canteras	88,9%	81,3%	47,6%	77,5%
Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación	35,8%	59,3%	83,1%	46,2%
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	50,4%	32,5%	34,5%	45,0%
Industrias manufactureras	56,6%	22,9%	12,8%	43,6%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	75,8%	26,0%	3,4%	41,5%
Información y comunicaciones	62,4%	40,9%	23,0%	41,1%
Actividades de alojamiento y de servicios de comida	23,0%	15,4%	21,6%	21,6%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	19,2%	27,7%	21,3%	21,2%
Actividades inmobiliarias	5,6%	29,7%	34,6%	20,7%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	49,5%	8,7%	2,2%	17,1%
Construcción	13,3%	15,1%	17,0%	14,2%
Agricultura, ganadería, silvicultura	13,3%	16,2%	6,7%	12,9%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	31,9%	14,7%	2,5%	11,6%
Administración pública y defensa	22,3%	6,1%	1,1%	10,1%
Enseñanza	30,6%	4,0%	1,0%	9,5%
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	7,8%	5,4%	2,7%	5,9%
Otras actividades de servicios	4,9%	2,8%	4,6%	4,5%

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo examinar en el contexto del mercado laboral chileno la relación entre el nivel educativo de los trabajadores y la probabilidad de que las labores que desempeñan en sus trabajos puedan ser automatizadas, profundizando en cómo esta asociación puede variar al ser examinada según diversas características sociodemográficas y laborales de las personas ocupadas.

Sobre esto, se debe indicar que la evidencia revisada confirma para el caso chileno lo denotado en otros estudios respecto de que un mayor nivel educativo o una mayor cantidad de años de estudios se asocia de manera general a un menor riesgo de automatización (ver Chang & Huynh, 2016; Filippi et al., 2023). Asimismo, se entregan aportes a la discusión al evidenciar de manera concreta cómo esta relación toma diferentes magnitudes al ser examinada separadamente para ciertos grupos. En cuanto a esto, de los hallazgos del estudio es preciso sobre todo destacar lo siguiente:

- a) La brecha entre titulados ESTP y universitarios respecto a la probabilidad de automatización es mayor en hombres que en mujeres.
- b) Las diferencias entre los distintos niveles educativos respecto de la probabilidad de auto-

matización se dan con menor fuerza en los trabajadores de menores quintiles de ingreso.

- c) En los titulados de educación media y ESTP, a mayor quintil de ingreso, mayor es la probabilidad de automatización.
- d) La magnitud de las diferencias entre las probabilidades de automatización de los niveles educativos varía bastante según regiones, destacándose que en la Región Metropolitana es donde menor brecha existe entre los tres niveles educativos examinados y que en la Región de Antofagasta la brecha entre titulados de educación media y ESTP se reduce significativamente.
- e) La mayor probabilidad de automatización de egresados de educación media respecto a titulados de ESTP se acrecienta en aquellos trabajadores de la categoría de técnicos y profesionales de nivel medio.
- f) Existen ramas de actividad económica (construcción y actividades inmobiliarias) donde la probabilidad de automatización es mayor en titulados universitarios que en titulados de ESTP.

En cuanto a las implicancias de estos resultados, es posible reflexionar respecto de cómo las instituciones de educación media y superior pueden definir su oferta formativa considerando las consecuencias negativas que puede traer la po-

sibilidad de que ciertas ocupaciones sean automatizadas. Un alto riesgo de obsolescencia puede conducir a dos pensamientos: (1) es óptimo concentrar esfuerzos en términos de planificación y dinero en otras áreas, donde los egresados se van a encontrar en mejores condiciones para enfrentar su vida laboral, o (2) rediseñar y cambiar el enfoque de estos programas ofertados con el fin de desarrollar en los alumnos habilidades más relacionadas con tareas no rutinarias y pensamiento más creativo, generando un perfil que haga que los cambios tecnológicos sean un complemento y no un sustituto. Relacionado con este último punto, vale resaltar también la importancia que pueden tener los cursos de educación continua, canal por el cual pueden actualizar sus competencias quienes ya trabajan, desarrollando nuevas habilidades para el futuro.

Considerando lo anterior, en un marco donde esta información debe ser complementada también con evidencia sobre otros puntos, como niveles de inserción laboral y remuneraciones, o con un análisis específico respecto de algunos segmentos laborales, es posible hacer algunas sugerencias sobre dónde la oferta formativa debería tener en mayor consideración los riesgos de los procesos de automatización.

En primer lugar, se requiere entender en mayor profundidad qué implica que en trabajadores hombres aumente la brecha de probabilidad de automatización entre titulados universitarios y ESTP. Sobre esto, al observar que la brecha entre estos dos niveles educativos es mayor también en ramas de explotación e industrias manufactureras (ver Tabla 4), es posible hipotetizar que el eventual mejor posicionamiento de mujeres podría estar asociado a las brechas de género existente en la formación de carreras STEM. Es decir, una opción que explique que las mujeres tengan una menor brecha respecto a niveles educativos es que en ocupaciones mayormente masculinizadas los egresados de ESTP desarrollan labores más automatizables. Ante esto, cabría la pregunta respecto de qué

explica que titulados de ESTP, y sobre todo hombres, desempeñen tareas con mayor probabilidad de automatización en áreas STEM y cómo los procesos formativos podrían aportar a abordar esta problemática.

Otro punto donde es necesario enfocarse es el hecho de que aquellos trabajadores de mayor ingreso y menores credenciales educacionales tienen mayor probabilidad de automatización, siendo necesario revisar en qué áreas de formación se da en mayor medida este fenómeno, dado el riesgo de que el avance en la automatización podría afectar a un grupo que hoy vemos beneficiado respecto a procesos de movilidad social ascendente.

También es relevante revisar cómo, desde los procesos de formación inicial y continua, es posible hacerse cargo de algunas brechas existentes a nivel de regiones del país y de ramas de actividad económica. Por ejemplo, destaca que en las regiones de la zona norte del país se acrecienta el mayor riesgo de automatización de los titulados de ESTP respecto a los universitarios y que, en áreas como Construcción y Actividades Inmobiliarias, la probabilidad de automatización es menor en titulados ESTP que universitarios. Lo anterior invita a profundizar en el análisis de la oferta formativa en estas regiones y áreas académicas dado el riesgo que supone que ciertos grupos tengan más chances de ver remplazadas sus labores por los avances tecnológicos. Sobre esto, es importante discutir y generar mayor evidencia para entender, por ejemplo, si lo ocurrido en estas zonas o en ciertos grupos de trabajadores dice relación con lo estudiado en otros contextos respecto de que las competencias vinculadas a la formación técnico-profesional serían más susceptibles de quedar obsoletas por los avances tecnológicos (Korber & Oesch, 2016) o se debe a otros atributos del mercado laboral chileno.

Esta reflexión invita a abrir también la discusión sobre los riesgos de la automatización a otros

fenómenos que se dan de manera paralela. Esto implica afirmar que el hecho de que ciertos grupos tengan una mayor probabilidad de ser automatizados no significa que automáticamente en el corto plazo vayan a ser menos demandados, sino que quizás estos deban acelerar y fortalecer sus procesos de aprendizaje a lo largo de la vida (reskilling). Asimismo, es necesario considerar que la posible obsolescencia de cierto perfil de trabajadores es algo que no solamente vendrá dado por los avances tecnológicos, sino también por otros atributos del mercado del trabajo asociados al efectivo traspaso de estos, tales como políticas de transferencia tecnológica y mayores niveles de inversión privada en ellos.

En definitiva, los desafíos que plantean los procesos de automatización varían considerablemente según una serie de atributos de las ocupaciones en un análisis donde otros elementos del mercado laboral deben ser considerados. En este sentido, es necesario examinar evidencia, de forma permanente, sobre aquellos grupos con un mayor riesgo para así definir políticas públicas con una mayor probabilidad de éxito respecto de la formación inicial y continua de futuros y actuales trabajadores. Estas políticas fortalecerán un ambiente en que estos se desenvuelvan laboralmente de manera armónica y complementaria con las transformaciones tecnológicas que diariamente van acelerando la automatización de ciertas tareas.

Referencias

- Adamczyk, W.B., Monasterio, L., Fochezatto, A. (2021). Automation in the future of public sector employment: the case of Brazilian Federal Government. *Technol. Soc.* 67 <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101722>.
- Arntz, M., Gregory, T., Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. In: *OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189*. https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5jlz9h56dvq7-en
- Bravo, J. (2022). Estudio para Identificar la probabilidad de automatización del catálogo de Perfiles vigentes de ChileValora. ChileValora.
- Chang, J.-H., Huynh, P. (2016). The Future of Jobs at Risk of Automation. International Labour Office Bureau for Employers Activities Regional Office for Asia and the Pacific. http://www.ilo.org/public/english/dialogue/actemp/downloads/publications/2016/asean_in_transf_2016_r2_future.pdf
- Egana-delSol, P., Bustelo, M., Ripani, L., Soler, N., Violaz, M. (2022). Automation in Latin America: are women at higher risk of losing their jobs? *Technol. Forecast. Soc.*
- Filippi, E., Banno, M., & Trento, S. (2023). Automation technologies and their impact on employment: A review, synthesis and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 191, 122448.
- Frey, C. B., Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.
- Korber, M., & Oesch, D. (2016). Does vocational education give a happy start and a lousy end to careers? Employment and earnings over the life course in Switzerland. *LIVES Working Paper 57*.
- Hawksworth, J., Berriman, R., Cameron, E. (2018). Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation. PWC.
- Muehlemann, S., Wolter, S. (2014). Return on investment of apprenticeship systems for enterprises: Evidence from cost-benefit analyses. *IZA Journal of Labor Policy*, 3.
- Weller, J., Gontero, S., & Campbell, S. (2019). Cambio tecnológico y empleo: una perspectiva latinoamericana. Riesgos de la sustitución tecnológica del trabajo humano y desafíos de la generación de nuevos puestos de trabajo. Serie Macroeconomía del Desarrollo, N° 201 (LC/TS.2019/37), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Zhou, G., Chu, G., Li, L., Meng, L. (2020). The effect of artificial intelligence on China's labor market. *China Econ. J.* 13 (1), 24-41.

El siguiente documento ha sido elaborado por el
Centro de Desarrollo, Estudios e Incidencia de INACAP
con la colaboración y apoyo técnico de la Oficina de la OIT
para el Cono Sur de América Latina.



Organización
Internacional
del Trabajo



INACAP cuenta con 58 años de trayectoria e integra el subsistema técnicoprofesional de la educación en Chile a través del Centro de Formación Técnica INACAP y el Instituto Profesional INACAP. Ambas instituciones están presentes en las 16 regiones de Chile a través de sus 30 Sedes (incluyendo su Sede Online), y comparten una Misión de formar con excelencia y compromiso personas íntegras que transforman el mundo.

Como parte del subsistema TP, articula su oferta de Educación Superior y de Educación Continua con otros niveles formativos, a fin de contar con una oferta flexible y pertinente de programas y trayectorias formativo-laborales que respondan a las necesidades de los sectores productivos y de servicios de nuestro país.

Su Consejo Directivo está integrado por miembros elegidos por la Confederación de la Producción y del Comercio (CPC), la Corporación Nacional Privada de Desarrollo Social (CNPDS) y el Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC), filial de CORFO.



CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA INACAP

- ✓ Gestión Institucional.
- ✓ Docencia de Pregrado.



INSTITUTO PROFESIONAL INACAP

- ✓ Gestión Institucional.
- ✓ Docencia de Pregrado.
- ✓ Vinculación con el Medio.