

Automatización y Pandemia: Amenazas sobre el Empleo en América Latina

Cristian Bonavida, Irene Brambilla y
Leonardo Gasparini

Documento de Trabajo Nro. 288

Octubre, 2021

ISSN 1853-0168

www.cedlas.econo.unlp.edu.ar

Cita sugerida: Bonavida, C., I. Brambilla y L. Gasparini (2021). Automatización y Pandemia: Amenazas sobre el Empleo en América Latina. Documentos de Trabajo del CEDLAS N° 288, Octubre, 2021, CEDLAS-Universidad Nacional de La Plata.

Automatización y Pandemia: Amenazas sobre el Empleo en América Latina *

Automation and Pandemic: Threats to Employment in Latin America

Cristian Bonavida, Irene Brambilla, Leonardo Gasparini^{**}

Resumen

En este trabajo estudiamos el riesgo de automatización, la inviabilidad del teletrabajo y el riesgo de contagio por proximidad física en las seis economías más grandes de América Latina. Encontramos que son los trabajadores con bajo nivel educativo, informales, y de bajos salarios los más expuestos a este tipo de riesgos. La automatización y las crisis sanitarias conllevan potenciales significativos efectos desigualadores. Adicionalmente, el trabajo aporta evidencia sobre interacciones entre ambos riesgos. La pérdida de empleo en situaciones de pandemia puede ser más acelerada en ocupaciones donde el trabajo remoto es menos viable y el riesgo de automatización es mayor.

We study the risk of automation, the unfeasibility of teleworking and the risk of contagion due to physical proximity in the six largest economies in Latin America. We find that workers with low education, informal, and low-wage levels are the most exposed to this type of risk. Automation and health crises may have significant unequalizing effects. In addition, this work provides evidence on interactions between the two risks. Job loss in pandemic situations may be more accelerated in occupations where remote work is less feasible and the risk of automation is higher.

Palabras clave: covid—19, automatización, empleo, tecnología, América Latina

Keywords: covid—19, automation, employment, technology, Latin America

Códigos JEL: J21, J23, J24, O33

* Este trabajo es parte de la iniciativa *Future of Work in the Global South* financiada por el International Development Research Centre (IDRC) y coordinada por Center for the Implementation of Public Policies Promoting Equity and Growth (CIPPEC). Agradecemos comentarios de Ramiro Albrieu y participantes del seminario del CEDLAS—UNLP.

** Bonavida, Brambilla y Gasparini son investigadores de CEDLAS, IIE, FCE, Universidad Nacional de La Plata. Brambilla y Gasparini son también investigadores de CONICET.

1. Introducción

Los mercados de trabajo, en América Latina y en el mundo, se encuentran en una coyuntura particular. A los factores habituales que determinan la dinámica laboral se han agregado dos factores potencialmente de gran relevancia: el creciente proceso de automatización y la crisis del Covid—19. El primero es un proceso gradual, pero de importancia creciente, que ya está afectando la naturaleza del trabajo en nuestra región. El segundo, en cambio, es un shock repentino e inesperado, que ha transformado las relaciones laborales en todo el mundo. Estos dos factores, aunque de naturaleza muy diferente, están relacionados. En particular, la crisis sanitaria desatada por el Covid—19 probablemente incentive los procesos de automatización, que de otra forma, hubieran avanzado más gradualmente.

El impacto del Covid—19 ha avivado la discusión en torno a los posibles efectos de los procesos de automatización que podrían verse acelerados con la inversión de empleadores en tecnologías con el fin de protegerse contra la pandemia actual y potenciales crisis futuras. La literatura que conecta automatización con los efectos del Covid—19 es aun incipiente. Caselli y Traverso (2020) encuentran que las industrias que pre-covid reportaban un mayor uso de robots en el proceso productivo han sido las menos afectadas por contagios en el lugar de trabajo, con cifras más bajas de infecciones que en otros sectores menos tecnologizados. Ding y Molina (2020) sugieren que la pandemia desplazó a más trabajadores en ocupaciones automatizables, lo que los pone en mayor riesgo de ser automatizados permanentemente. Los trabajos automatizables que los autores encuentran más vulnerables a la pandemia incluyen ocupaciones que no permiten el trabajo remoto, tienen un alto riesgo de transmisión de Covid—19 o se encuentran en los sectores más afectados. Nuestro trabajo se acerca a estas contribuciones, con aplicación al caso de América Latina.

En particular, el trabajo documenta la probabilidad de automatización, la viabilidad del teletrabajo, y el riesgo de infecciones por proximidad física en las seis economías más grandes de la región: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú, países que reúnen el 79% de la población latinoamericana y el 86% de su PIB.¹ Además de resultados agregados para cada país, se documentan las asimetrías en estas variables en función de un conjunto amplio de factores sociodemográficos (ej. edad, género, educación) y laborales (condición de empleo, sector, informalidad e ingreso).

Encontramos que las amenazas sobre el empleo provenientes del proceso creciente de automatización y de situaciones de pandemia son marcadamente asimétricas. Dada la estructura ocupacional de América Latina, son los trabajadores con bajo nivel educativo, informales, y de bajo salario los más expuestos a este tipo de riesgos. La automatización y las crisis sanitarias conllevan potenciales efectos desigualadores de magnitud significativa.

El resto de este documento está organizado de la siguiente manera. La sección 2 incluye una breve discusión sobre la metodología y los datos utilizados. En la sección 3 caracterizamos el riesgo de automatización para el empleo. En la sección 4 exploramos los riesgos vinculados con la imposibilidad de realizar trabajo remoto, mientras que en la sección 5 analizamos el riesgo de infecciones en el lugar de trabajo. En la sección 6 combinamos los diferentes riesgos y analizamos la vulnerabilidad agregada. El documento se cierra en la sección 7 con una discusión de los principales resultados y las implicaciones de política.

¹ Por simplicidad en la exposición, en ocasiones nos referimos a este grupo como “América Latina”, aunque estrictamente los resultados del trabajo se refieren a las seis economías más grandes.

2. Metodología y datos

Este trabajo está basado en dos fuentes principales de datos: la base O*NET sobre características de ocupación y las encuestas nacionales de hogares de un conjunto de países de América Latina.

Base O*NET

Las estimaciones de los riesgos de automatización, la inviabilidad del trabajo remoto y los riesgos de contagio de infecciones por proximidad física para cada ocupación requieren información sobre sus características, contexto y tareas. Para construir estas medidas apelamos a la base de datos de la Occupational Information Network (O*NET), basada en encuestas realizadas en Estados Unidos. Esta base es de libre disponibilidad y es la fuente de datos públicos más completa sobre información ocupacional. Si bien la base se focaliza en el caso de Estados Unidos, su uso internacional está extendido (Dingel y Neiman, 2020). O*NET proporciona información detallada y periódicamente actualizada sobre descriptores de tareas, habilidades requeridas y ámbito de trabajo asociados a un conjunto de ocupaciones individuales clasificadas por un código de ocupación estándar (SOC).

A partir de los datos de O*NET, construimos medidas a nivel ocupación sobre el riesgo de automatización, la inviabilidad de trabajar remotamente, y los riesgos de contagio por proximidad física en más de 800 ocupaciones.² La información específica utilizada para cada caso se detalla en las secciones siguientes. En el paso posterior combinamos estas medidas a nivel ocupación con información a nivel de trabajador a partir de las encuestas de hogares de cada uno de los 6 países que estudiamos.

² Utilizamos la versión 24.1 de O*NET correspondiente a noviembre de 2019.

Encuestas de hogares

Utilizamos encuestas de hogares de las seis economías más grandes de la región: la Encuesta Permanente de Hogares (EPH, 2018) en Argentina, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicilios (PNAD, 2018) en Brasil, Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN, 2017) en Chile, Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH, 2018) en Colombia, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH, 2018) en México y Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO, 2018) en Perú (ver Tabla 1). A partir de las encuestas de hogares obtenemos datos a nivel trabajador sobre características demográficas, ingreso y ocupación. En total contamos con 975.775 observaciones a nivel trabajador efectivamente empleado, para América Latina.

Las encuestas se procesaron siguiendo el protocolo de la Base de Datos Socioeconómicos de América Latina y el Caribe (SEDLAC), un proyecto conjunto entre CEDLAS de la Universidad Nacional de La Plata y el Banco Mundial. Este protocolo permite armonizar encuestas de manera de que las definiciones de las variables sean las mismas para distintos países. Al protocolo habitual de la base de SEDLAC para armonizar medidas demográficas y de ingreso en este trabajo agregamos también la armonización de ocupaciones.

Clasificación de ocupaciones

Mientras que O*NET provee información de ocupaciones agrupadas según el Clasificador Estandarizado de Ocupaciones (SOC por sus siglas en inglés) a 6 dígitos, los países de América Latina utilizan sus propios sistemas de clasificación nacionales o el internacional ISCO. Estas divergencias exigen realizar un proceso de estandarización de las clasificaciones. El proceso consiste en agregar el sistema SOC para buscar las equivalencias a 2 dígitos con el clasificador

internacional de ocupaciones ISCO y con las clasificaciones nacionales. En el caso de Argentina, por ejemplo, se utiliza el Clasificador Nacional de Ocupaciones provisto por INDEC. La Tabla 2 resume los distintos sistemas de clasificación de cada país de nuestro análisis y la concordancia utilizada en el proceso de armonización. Luego del proceso de armonización contamos con un total de 40 ocupaciones a 2 dígitos de desagregación. La reducción en el número de ocupaciones ocurre por la necesidad de agregarlas para poder realizar la armonización y para contar con suficiente número de observaciones individuales dentro de cada ocupación.

3. Riesgo de automatización

En esta sección documentamos una de las dimensiones de la vulnerabilidad de un empleo: su exposición a un proceso de automatización que elimine o reduzca la necesidad de trabajo humano.

A lo largo de la historia el cambio tecnológico ha sido uno de los principales motores del crecimiento económico y el progreso social. Sin embargo, a la vez, los episodios de avances técnicos han sido profundamente disruptivos, al menos en el corto plazo. Los cambios en los procesos productivos alteran la productividad y en última instancia, la demanda de diferentes factores. El impacto tecnológico puede darse en su forma más radical, como desplazamiento como tal, reemplazando horas de trabajo hombre por capital o en forma más paulatina puede impactar deprimiendo la demanda futura de horas de trabajo para las ocupaciones más expuestas. En ese proceso algunos trabajadores pueden verse desplazados, sin tiempo o capacidad de integrarse a las nuevas modalidades productivas. El cambio tecnológico produce indudables ganancias sociales, pero también puede generar perdedores, al menos en el corto y mediano plazo.

Naturalmente, las preocupaciones por el impacto social de los cambios tecnológicos no son nuevas: la rebelión de los luditas contra las máquinas de la Revolución Industrial, y las preocupaciones de J.M. Keynes por el desempleo tecnológico son ejemplos de los temores suscitados por las innovaciones técnicas. Sin embargo, estos temores demostraron estar atados a una visión estática: aunque a corto plazo las máquinas desplazaron a cierto tipo de trabajadores, la productividad aumentó y se crearon nuevos puestos de trabajo y ocupaciones antes inexistentes, de modo que a largo plazo el crecimiento económico se vio fuertemente impulsado por las nuevas tecnologías y el desempleo finalmente no aumentó significativamente.

En la actualidad está avanzando una nueva ola de fuertes cambios tecnológicos basados en la automatización y la digitalización. Si bien la robotización lleva ya décadas en varias ramas de la industria manufacturera, nuevos avances hacen proyectar una intensificación de ese proceso, y en especial su extensión a otros sectores productivos, incluyendo los servicios, que hasta hace poco tiempo se consideraban inmunes a la automatización.

Esta nueva ola de cambios tecnológicos despierta, naturalmente, la preocupación tradicional por su impacto laboral y social. Algunos, de hecho, argumentan que la naturaleza de las nuevas innovaciones tecnológicas representa una amenaza mucho mayor para el empleo que las anteriores "revoluciones industriales". Pero incluso si el empleo en general no se ve afectado de manera significativa, es probable que las nuevas tecnologías modifiquen las demandas relativas de los diferentes tipos de trabajadores y de sus habilidades asociadas, afectando la estructura del empleo y, en última instancia, la distribución del ingreso.

El objetivo de esta sección es caracterizar la vulnerabilidad de los trabajadores a la amenaza de automatización en el futuro cercano en América Latina para comprender las posibles consecuencias de este impacto heterogéneo sobre el mercado laboral.

Construcción del índice de rutinización de tareas

El objetivo del análisis empírico de esta sección es asignar a cada trabajador de las encuestas de hogares un índice de riesgo de automatización de su empleo para luego identificar los grupos demográficos más expuestos. La aproximación que utilizamos supone que la exposición a esa amenaza es función del grado de rutinización de las tareas que se realizan habitualmente.

Cada ocupación implica realizar distintos tipos de tareas: las tareas rutinarias son susceptibles de ser automatizadas mientras que las tareas no rutinarias no lo son. El hecho de que una tarea siga procedimientos repetitivos y previamente estipulados permite transferir esos procedimientos en un algoritmo que repite una secuencia. Por el contrario, actividades complementarias a la tecnología que requieren pensamiento creativo, solución de problemas, coordinación, habilidades comunicativas, y trabajo manual no sistemáticos que requiere experiencia, destreza y reconocimiento físico-espacial, son difícilmente replicables o programables y por lo tanto mucho menos alcanzadas por los procesos de automatización.

Para capturar estos conceptos calculamos una variante del índice de rutinización de tareas (IRT) propuesto por Autor, Levy y Murnane (2003) y Autor y Dorn (2013) y extendido por Bonavida (2020). Este indicador de capacidad de automatización potencial por ocupación se construye a partir de datos de O*NET, nuestra fuente principal de información para estimar las distintas amenazas al empleo.³ Las actividades que se describen detalladamente en O*NET son en total 41, son las mismas para todas las ocupaciones, y de acuerdo a su naturaleza las agrupamos en cinco tipos: (1) Rutinaria manual (RM), (2) Rutinaria cognitiva (RC), (3) No Rutinaria Manual (NRM), (4) No Rutinaria Analítica (NRA) y (5) No Rutinaria Interactiva

³ En los últimos años han surgido distintas variantes para estimar la amenaza de automatización entre ellas la de Autor, Levy and Murnane (2003), y la de Frey y Osborne (2017). Esta última está basada en las proyecciones de técnicos y analistas del mercado laboral. Arntz et al. (2017) extienden esa metodología para considerar la variedad de tareas que se realizan en cada ocupación. Gasparini et al. (2021) aplican esas dos alternativas al caso de América Latina. Los resultados presentan una alta correlación con los reportados en esta sección.

(NRI).⁴ Para cada ocupación O*NET reporta su importancia y frecuencia dentro de cada ocupación con una variable que continua que normalizamos entre 0 y 1.⁵ El coeficiente de importancia de las actividades indica el peso dentro del espectro total de actividades asociadas a una ocupación y el valor de frecuencia indica el grado de repetición de las mismas. Este grado de repetición es relevante a los fines del índice sólo en el caso de actividades de naturaleza rutinaria, puesto que por más repetitiva que sea una actividad si por su naturaleza no es automatizable, el grado de frecuencia no agrega información relevante al IRT.

En resumen, para cada actividad conocemos si es rutinaria (conjuntos RM y RC) o no rutinaria (conjuntos NRA, NRI, NRM), así como su importancia y frecuencia dentro de cada ocupación. El índice de rutinización de tareas IRT de la ocupación j se define como

$$IRT_j = \sum_{i \in \{RM, RC\}} \omega_{ij} * F_{ij} - \sum_{i \in \{NRM, NRA, NRI\}} \omega_{ij},$$

donde j denota ocupación, i denota cada una de las 41 actividades, y los coeficientes ω y F representan la importancia y frecuencia de la actividad i dentro de la ocupación j . El índice suma los coeficientes de importancia y frecuencia de las actividades rutinarias (conjuntos RM , RC) y resta los coeficientes de importancia de las actividades no rutinarias (conjuntos NRM , NRA , NRI), y por lo tanto es creciente en las primeras y decreciente en las segundas. Cuanto mayor sea la importancia de las actividades de naturaleza rutinarias y cuanto más frecuentes estas sean, mayor será el valor del índice. Por el contrario cuanto mayor peso tengan dentro de la ocupación las actividades de naturaleza no rutinaria, menor será el índice, puesto que estas no son

⁴ Esta categorización es propuesta por Spitz-Oener (2006) y Autor y Dorn (2013).

⁵ Como se detalla en el Apéndice A, estrictamente O*NET cuenta con 41 actividades y con diversas tareas dentro de cada actividad. Las tareas son específicas de cada actividad. Los trabajadores entrevistados reportan la importancia de cada actividad, y la frecuencia con la que realizan cada tarea dentro de la actividad. Bonavida (2020) extiende el índice de Spitz-Oener (2006) y Autor y Dorn (2013), que solamente considera la importancia de la actividad, de manera de también tener en consideración la frecuencia.

susceptibles de ser reemplazados por un proceso de automatización. El Apéndice A discute la data de O*NET y la construcción del índice en más detalle.

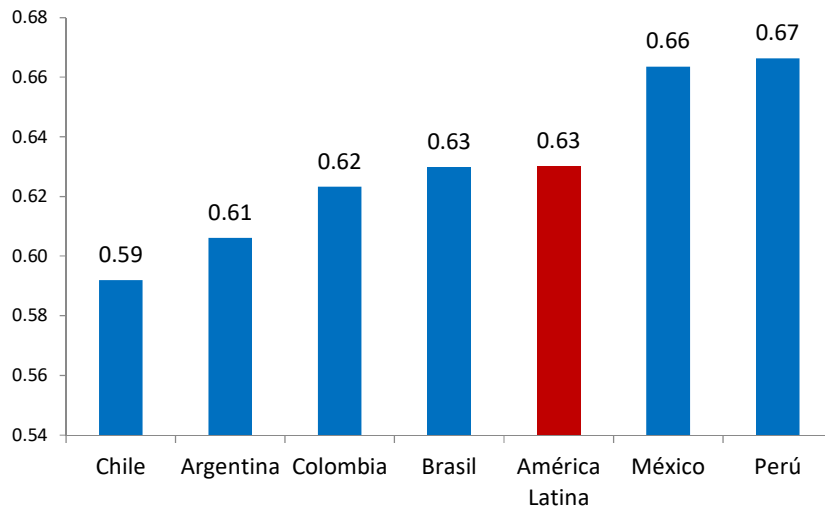
Como resultado se obtienen índices IRT para cada una de las 40 ocupaciones armonizadas entre O*NET y las encuestas de hogares de los seis principales países de América Latina. El índice toma valores entre 0 y 1 y cuantifica el grado de rutinización de cada ocupación. Existe una considerable heterogeneidad entre ocupaciones en términos de la amenaza de automatización. La Tabla B.1 en el Apéndice B lista todas las ocupaciones ordenadas de acuerdo a su índice IRT. Las 10 ocupaciones con mayor exposición a la automatización toman valores del IRT entre 0.76 y 1, y las 10 ocupaciones menos expuestas toman valores del IRT entre 0 y 0.39.

A simple vista se observa cierta correlación negativa entre el grado de rutinización y el nivel de calificación. Entre las primeras ocupaciones de la lista, aquellas con alto índice de rutinización y potencialmente más afectadas por la automatización, encontramos ocupaciones típicamente de bajo nivel de calificación (operadores de instalaciones fijas y máquinas; operarios y oficiales de procesamiento de alimentos, de la confección, y afines; ensambladores), y otras ocupaciones que se asocian con un nivel de calificación medio (empleados contables y encargados del registro de materiales; oficinistas). En el extremo opuesto, entre las ocupaciones menos afectadas, se ubican empleos relacionados con la gerencia, dirección, administración y profesionales de diversas disciplinas.

Resultados

Los índices IRT construidos a nivel ocupación se imputan a los trabajadores de las encuestas de hogares de acuerdo a la ocupación en la que reportan trabajar. De esa manera podemos computar

Figura 1: Índice de Rutinización de Tareas (IRT)



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El gráfico reporta el IRT promedio a nivel país, agregado a partir del riesgo de cada individuo de las encuestas de hogares.

índices a nivel individual, a nivel agregado por distintos grupos socio-económicos y demográficos, a nivel país, y para el agregado de América Latina. Los índices se agregan utilizando ponderadores de muestreo de las encuestas.

La Figura 1 reporta el IRT para América Latina y a nivel país⁶. El valor promedio es de 0.63. Es importante entender que el índice no tiene una interpretación directa en términos de probabilidad de automatización, y que este número no significa una predicción sobre el total de los empleos que serán automatizables en América Latina. Es una medida de exposición a la automatización basada únicamente en la descripción de las tareas y que permite generar ordenamientos de riesgos más altos a más bajos basados en la estructura ocupacional de un grupo demográfico. Valores más altos del índice indican un mayor grado de exposición frente a un

⁶ Estos cálculos incluyen a todos los trabajadores. Si se restringe la muestra a los mayores de 18 años los resultados se mantiene iguales hasta el segundo decimal en todos los países, salvo en Perú donde el IRT cambia de 0.67 a 0.66 al excluir a los menores. La principal razón de este cambio insignificante es que la proporción de menores laboralmente activos es baja en todos los países analizados. Sólo en Peru esta proporción supera el 5% (5.7%).

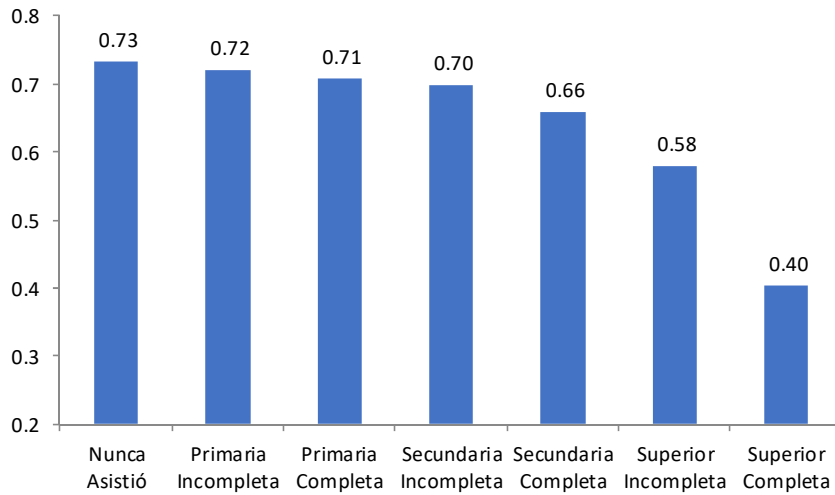
potencial proceso de automatización ya que el mayor peso y el alto grado de frecuencia asociado a tareas rutinarias las vuelve más factibles de robotizar o digitalizar. El riesgo efectivo de automatización depende adicionalmente de otras variables como la accesibilidad a tecnología, el costo de la inversión de la tecnología, los costos de ajustes de la fuerza laboral (por ejemplo costos de despido), la influencia de sindicatos, y la disponibilidad de capital humano necesario para que trabaje de manera complementaria con la tecnología. De ahí la relevancia entre automatización y pandemia: al existir un hecho de pandemia que impide el trabajo presencial, el riesgo de automatización aumenta ya que cae su costo relativo.

El índice IRT varía entre países (Figura 1). Es menor al promedio en Chile, Argentina, Colombia y Brasil; mientras que es mayor en México y Perú. La variación del IRT entre países refleja diferencias en la estructura ocupacional. Países en los que más trabajadores se desempeñan en ocupaciones con tareas rutinarias están más expuestos a la amenaza de automatización. Por el contrario, el índice no refleja diferencias en el acceso a tecnología y posibilidades de sustitución entre tecnología y trabajo, que pueden variar entre países.

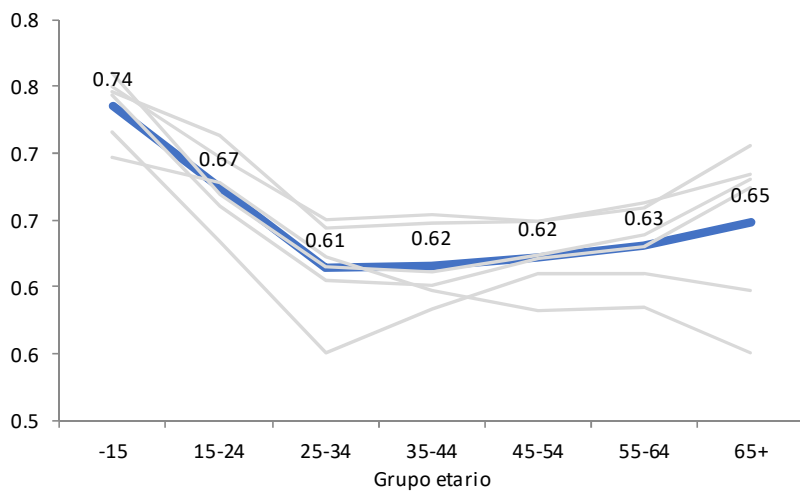
La Figura 2 analiza la relación entre el grado de rutinización, el nivel educativo y la edad. El panel (a) sugiere una correlación negativa entre rutinización y calificación que revela que la automatización acecha con mayor fuerza a trabajadores de baja calificación. Para trabajadores con secundaria incompleta el índice de rutinización es de 0.70 o mayor, es decir al menos 7 puntos porcentuales por encima del promedio de 0.63. El IRT cae a 0.66 para trabajadores con secundaria completa, y a 0.58 y 0.40 para trabajadores con estudios superiores incompletos y completos. El mismo patrón se observa en los seis países de América Latina (Tabla 3.1). La mayor disparidad entre niveles educativos se observa en Colombia, con IRTs entre 0.73 y 0.35, y en Brasil y México, con IRTs entre 0.75 y 0.38.

Figura 2: IRT y variables demográficas

(a) Niveles educativos



(b) Grupos etarios



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El eje vertical muestra el índice IRT promedio.

Estas diferencias reflejan disparidades en las tareas realizadas. Los grupos de baja calificación están asociados a tareas rutinarias manuales, que pueden realizarse por ejemplo con

robots, mientras que los grupos de calificación media está asociado a tareas rutinarias cognitivas, que pueden informatizarse y realizarse mediante programas de computación. Los trabajadores con mayor nivel de calificación realizan tareas profesionales, técnicas y administrativas que no son fácilmente programables y por lo tanto automatizables. Esas tareas son complementarias al cambio tecnológico, ya que requieren de habilidades analíticas, cognitivas e interpersonales. La figura B.1 en el Apéndice B muestra que a partir de los 12 años de educación formal, coincidente con completar la educación secundaria, hay una caída abrupta en la frecuencia con la que se realizan tareas rutinarias manuales y analíticas.

El panel (b) de la Figura 2 reporta una relación con forma de U asimétrica entre el índice IRT y la edad. Los trabajadores muy jóvenes son quienes están empleados en mayor proporción en ocupaciones con actividades muy rutinarias. Esto se debe en gran medida a que por definición los trabajadores más jóvenes aún no tienen un alto nivel de calificación, y por otra parte a que al tener poca experiencia laboral no están aún a cargo de tareas que requieran tomar decisiones, resolver problemas y supervisar otros trabajadores. Los jóvenes son además más vulnerables de ser reemplazados por tecnología ya que los costos asociados a su desplazamiento en términos de indemnización por despido, malestar entre compañeros de trabajo, e inversión en capital humano específico, son menores que para trabajadores con más experiencia (estos factores no son captados por el IRT). En promedio para la región el IRT es máximo para los menores de 15 años (0.74) y baja rápidamente hasta alcanzar un mínimo para el grupo etario de 25—34 años (0.61). A partir de ese nivel mínimo el grado de rutinización promedio crece ligeramente con la edad, reflejando la tendencia a trabajar en complementariedad con tecnología y a obtener un mayor nivel de calificación de las nuevas cohortes de trabajadores.

La Tabla 4 reporta relaciones entre el IRT, género de los trabajadores, y características del empleo. Los hombres realizan en promedio tareas más rutinarias que las mujeres. Esto ocurre para América Latina en su conjunto, en donde los índices son de 0.65 y 0.61 para hombres y mujeres, y para cada país por separado, en los que se observan diferencias de entre 3 y 7 puntos decimales entre los IRT por género. La mayor diferencia entre hombres y mujeres se da en Chile, con IRTs de 0.62 y 0.55 para cada grupo. Presumiblemente, el mayor peso de tareas que demandan esfuerzo físico y trabajo manual entre las ocupaciones promedio de los hombres expliquen esta disparidad.

El grado de exposición a la automatización es mayor entre los trabajadores informales, con un índice de 0.67, versus los trabajadores formales, con un índice de 0.57. En todos los países se observa este mismo patrón, con diferencias de hasta 14 y 15 puntos en Perú y Colombia. La diferencia se explica por el distinto nivel de calificación y por la naturaleza de la informalidad misma, que implica ocupaciones de menor responsabilidad y toma de decisiones y mayor peso de tareas manuales o esfuerzos físicos repetitivos. Al analizar el riesgo de automatización, a las diferencias en el grado de rutinización entre trabajadores formales e informales se suma que los trabajadores informales son menos costosos de desplazar por el hecho de ser no registrados, no sindicalizados, y de no realizar contribuciones de seguridad social.

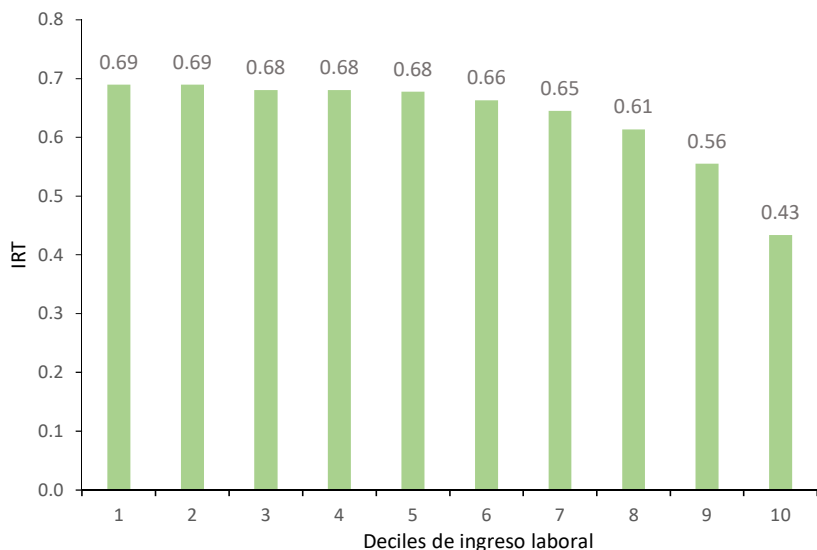
La Tabla 4 también muestra que la rutinización es algo mayor entre empleados que entre cuentapropistas (índices de 0.65 y 0.62). El ordenamiento es similar entre todos los países y la diferencia mayor se observa para Colombia, con índices de 0.66 para asalariados y 0.60 para cuentapropistas.

Resumiendo, la evidencia empírica indica que trabajadores menos calificados, jóvenes, informales, y asalariados están más expuestos a la amenaza de automatización a partir del alto grado de rutinización de las tareas que realizan. Estos trabajadores son al mismo tiempo los de menores ingresos. La Figura 3 reporta los índices IRT por deciles de ingreso laboral individual para el promedio de los seis países de América Latina analizados. La figura confirma que la exposición de la fuerza laboral a la automatización no es homogénea a través de los distintos niveles de ingreso, y que disminuye al aumentar los deciles de ingreso. Los sectores más afectados son los bajos y medios—bajos (valores de IRT entre 0.68 y 0.69). La caída en el índice IRT más pronunciada se da en el último decil (IRTs de 0.43)⁷. La vulnerabilidad de los trabajadores de bajos ingresos en base a sus ocupaciones se ve incrementada si tenemos en consideración otros factores que explican la automatización y que tienen que ver con la facilidad de desplazar trabajadores y con la poca adaptabilidad a trabajar en complemento con las nuevas tecnologías.

En síntesis, a partir del supuesto de que los procesos de automatización se vinculan con una mayor presencia de tareas rutinarias, nuestras estimaciones sugieren que en América Latina el grado de vulnerabilidad frente a estos procesos es mayor para trabajadores de baja calificación, para ciertas ocupaciones de nivel medio y para trabajadores informales. Como contrapartida los niveles de rutina caen rápidamente para los deciles de ingresos altos. Este impacto diferencial del fenómeno de automatización implica una posible polarización en el mercado laboral, con trabajadores a quienes el cambio tecnológico afecta marginalmente o incluso aumenta su productividad, mientras que para otros impacta vía una potencial reducción en la demanda de

⁷ Los resultados son muy parecidos si se clasifica a los trabajadores por su ingreso per cápita familiar, en lugar de su ingreso laboral individual. En ese caso, el IRT también es máximo en el decil 1 (0.72) y desciende a su valor mínimo en el decil 10 (0.44). Los resultados por ingreso per cápita familiar están disponibles a quien lo solicite.

Figura 3: IRT y deciles de ingreso



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El eje vertical muestra el índice IRT promedio. El eje horizontal muestra deciles de ingreso laboral individual. Los gráficos reportan resultados para el promedio de América Latina en conjunto.

trabajo o el paulatino desplazamiento del mercado laboral ante una obsolescencia inducida o acelerada.

4. Posibilidades de trabajo remoto

En la sección anterior documentamos una dimensión de la vulnerabilidad de un empleo: su exposición a un proceso de automatización que elimine o reduzca la necesidad de trabajo humano. En esta sección estimamos una dimensión adicional de la vulnerabilidad de una ocupación: la vinculada con la inviabilidad de trasladar la actividad laboral al ámbito del hogar.

En las últimas décadas la modalidad de trabajo remoto (teletrabajo o home office) fue volviéndose progresivamente más frecuente, alentada por el desarrollo de nuevas tecnologías. Su relevancia ha aumentado drásticamente en el contexto de la crisis desencadenada por el covid-19. La inviabilidad de trabajar desde el hogar es un factor central para dimensionar la vulnerabilidad

de ocupaciones y trabajadores a los efectos negativos de un eventual shock sanitario como el actual. La dificultad o imposibilidad de continuar el trabajo desde el hogar aumenta las chances de perder el empleo o sufrir una merma considerable de los ingresos habituales. Para el empleador, la imposibilidad de que el trabajador continúe sus actividades desde otro ámbito es una razón adicional que se suma a los potenciales incentivos a la automatización de la producción.

Albrieu *et al.* (2020) proponen un esquema de “pirámide ocupacional” para pensar el trade—off entre resguardar la salud de los trabajadores y continuar con los procesos productivos habituales en el contexto de una pandemia. En el tope de la pirámide el riesgo de salud se elimina a costa de la interrupción del proceso productivo; en el otro extremo, en la base, se mantienen los procesos productivos a costa de un alto riesgo sanitario. La posibilidad de teletrabajo introduce una alternativa intermedia: constituye una forma de sustituir el riesgo, a través del traslado de tareas laborales a entornos con menor proximidad. Si los empleos son teletrabajables es relativamente fácil mitigar el riesgo y, por lo tanto, los empleos tienen mayor posibilidad de continuidad. En contraste, si los empleos son incompatibles con el teletrabajo, y en especial son de proximidad física, requieren procesos de reingeniería más profundos y costosos, controles más difundidos y estrictos y acompañamiento de equipo de protección personal en paralelo a las demás medidas. En otras palabras, son ocupaciones más costosas de sostener en forma segura.

En esta sección estimamos la proporción de trabajadores en las seis economías más grandes de América Latina que trabajan en ocupaciones en principio incompatibles con el teletrabajo.

Ocupaciones inviables de realizar de manera remota

De manera análoga a como en la sección anterior definimos el índice IRT a nivel ocupación en base a O*NET y luego se lo imputamos a los trabajadores de las encuestas de hogares, en esta sección clasificamos las ocupaciones de O*NET en viables o inviables de realizar de manera remota y luego imputamos esta misma variable a los trabajadores en base a su ocupación, con el objetivo de relacionar la viabilidad del trabajo remoto con variables demográficas, características del empleo, y niveles de ingreso.

La base de datos de O*NET incluye dos dimensiones que resultan informativas sobre la viabilidad de trabajar remotamente: las tareas desarrolladas en una ocupación y el entorno o condiciones en que se realizan estas actividades. Siguiendo las metodologías de Albrieu (2020) y Bonavida y Gasparini (2020), identificamos una lista de actividades y condiciones de trabajo que son incompatibles con el teletrabajo. Las actividades son: asistencia y cuidado de personas; trabajar directamente con público; realizar actividades físicas generales; operar vehículos, dispositivos mecanizados o equipos; manejo y movimiento manual de objetos; reparación y mantenimiento de equipos mecánicos. Las condiciones de trabajo son: uso de equipos de protección comunes; uso de equipos de protección especializados; trabajo al aire libre; trabajo al aire libre bajo cubierta; exposición a quemaduras menores, cortes, mordeduras o picaduras; exposición a enfermedad o infecciones, exposición a contaminantes; y proximidad física a otras personas.

Los trabajadores entrevistados por O*NET asignan un número entero entre 1 y 5 a la importancia que consideran que tiene cada una de estas actividades para su ocupación y reportan con qué frecuencia su ocupación se desarrolla bajo estas condiciones o contextos. O*NET luego promedia este número entre todos los trabajadores de una misma ocupación. La información

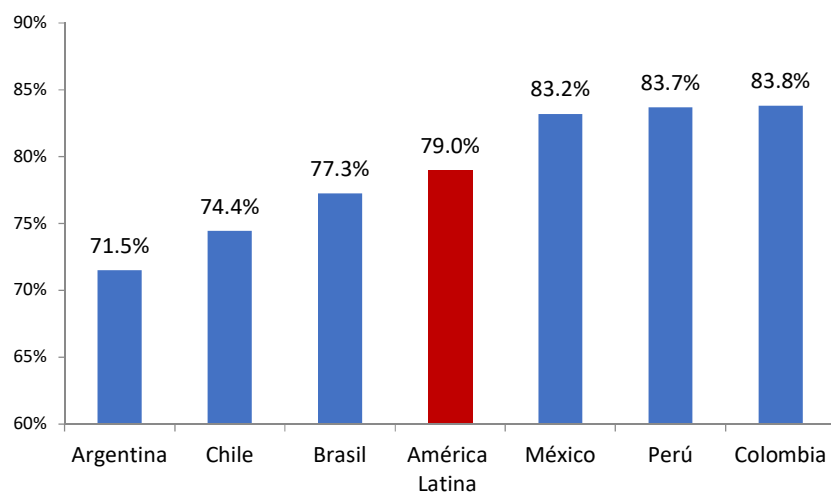
disponible a nivel ocupación-actividad es un número continuo entre 1 y 5. En base a esta información, cuando una ocupación reporta un promedio mayor o igual a 4 en al menos una de las actividades o condiciones de trabajo anteriores, indicando una frecuencia o importancia alta o muy alta, clasificamos a la actividad como inviable de realizar remotamente. La lógica responde a que si al menos una actividad o condición de trabajo implica que el individuo debe estar presente en el lugar de trabajo de manera frecuente, la viabilidad de realizar el trabajo de manera remota es muy baja.⁸ El Apéndice A discute más detalles sobre la construcción del índice.

La Tabla B.1 en el Apéndice B lista todas las ocupaciones con su correspondiente indicador de trabajo remoto. El indicador es igual a 1 cuando el trabajo remoto es viable. A simple vista se observa una correlación negativa entre la viabilidad de trabajo remoto y el índice de rutinización IRT. Esto se debe a que gran parte de las tareas rutinarias son manuales y requieren presencia física en el lugar de trabajo, mientras que las tareas calificadas cognitivas pueden más fácilmente realizarse desde el hogar con una computadora.

Al igual que en la sección anterior, la definición de trabajo remoto viable o inviable está basado en las características de la ocupación únicamente. Existen también otros incentivos que hacen a que en la práctica algunos trabajos se realicen de manera remota y otros no: disponibilidad de equipamiento, características del hogar y la familia de los trabajadores, leyes de teletrabajo. Estos factores pueden además variar entre países.

⁸ Notar que la lógica de la clasificación de ocupaciones en viables o inviables de realizar remotamente es diferente a la construcción del índice de IRT discutido en la sección anterior. El índice IRT es una variable continua, que cuantifica la rutinización. Por su naturaleza, en contraste, la viabilidad de trabajo remoto está mejor representada por una variable binaria. Hemos experimentado también construyendo un índice continuo que cuantificara la viabilidad de trabajo remoto a nivel ocupación, realizando un promedio simple de los valores de importancia y frecuencia de las actividades y condiciones de trabajo. Al definir un índice continuo encontramos que la distribución entre las ocupaciones se concentra en dos valores extremos, uno alto y uno bajo, de manera que en la práctica funciona de forma muy similar a una variable binaria. Elegimos la representación por medio de una variable binaria ya que su interpretación es más directa, la exposición es más clara, y en la práctica no se pierde información con respecto a una variable continua.

Figura 4: Trabajo remoto inviable



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales.

Resultados

La Figura 4 reporta la proporción de trabajadores para los que no es viable realizar trabajo remoto de acuerdo a la ocupación que realiza. El promedio para América Latina es del 79 por ciento.⁹ Es decir alrededor de cuatro de cada cinco trabajadores latinoamericanos no podría trabajar bajo la modalidad remota. El trabajo remoto es más inviable que el promedio en México, Perú y Colombia (83.2, 83.7 y 83.8 por ciento) y más viable que el promedio en Argentina, Chile, y Brasil (71.5, 74.4, 77.3 por ciento). Notar que el ordenamiento de países que surge en la Figura 4 es el mismo que el de la Figura 1, correspondiente al Índice de Rutinización de Tareas (IRT). Esto es un indicador de que existe una correlación entre ambas medidas a nivel ocupación y de que las tareas rutinarias son más difíciles de realizar de manera remota, en especial las manuales.

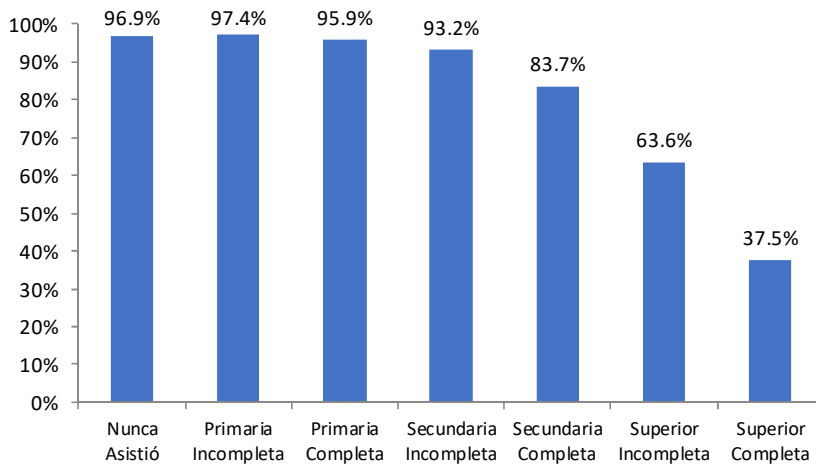
⁹ Los resultados se mantienen prácticamente sin cambios si se restringe la muestra a los mayores de 18 años. El cambio mayor es en Perú, donde la proporción de trabajadores con trabajo remoto inviable cae de 83.7% a 83.5% al excluir a los menores de 18 años de la muestra.

El rango de valores que se observan en la región es el esperado dado el nivel de desarrollo de los países en cuestión. Dingel y Neiman (2020) emplean una metodología similar a la nuestra para estimar posibilidades de teletrabajo a nivel país para un conjunto grande de países, y encuentran una fuerte correlación negativa entre el nivel de PIB per cápita y la proporción de trabajos donde el empleo remoto es inviable. En el Apéndice B, la Figura B.2 reproduce los resultados de Dingel y Neiman (2020). Los países de América Latina tienen PBI per cápita menor al promedio e inviabilidad de trabajo remoto superior al promedio. Dentro del grupo de seis países de estudio se observa también la correlación negativa entre las dos variables.

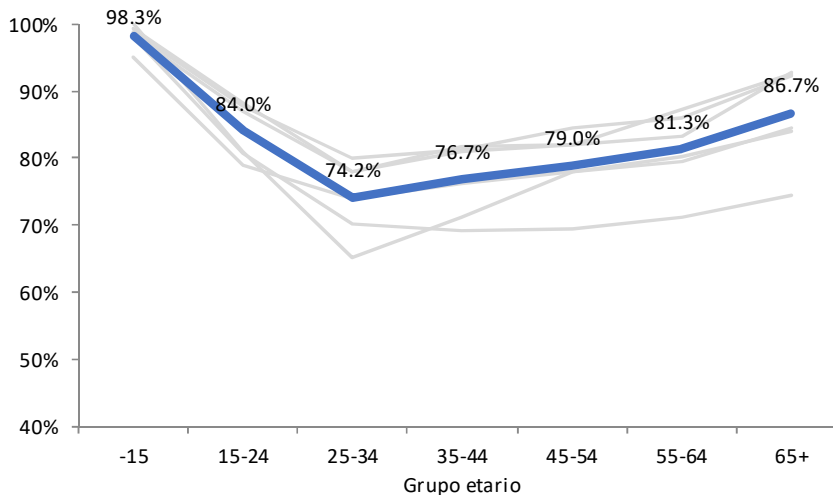
La relación entre viabilidad de trabajo remoto, educación y edad es similar a la del índice de rutinización IRT (Figura 5). Los trabajadores de baja calificación están casi enteramente empleados en ocupaciones inviables con la modalidad remota. El promedio para América Latina de imposibilidad de teletrabajo es superior al 93 por ciento para trabajadores sin título secundario y es del 83 por ciento para trabajadores con secundaria completa (Tabla 5). La inviabilidad de teletrabajo cae abruptamente a 63.6 y 37.5 para trabajadores con estudios superiores incompletos y completos. La heterogeneidad para distintos niveles educativos se observa en todos los países analizados, aunque con diferencias importantes entre países. La inviabilidad de teletrabajo para graduados secundarios es inferior al promedio en Argentina, Brasil, y México, con índices de 77.2, 78.6, 79.9 por ciento, y superior al promedio en Chile, Colombia y Perú, con índices de 85.2, 91.5 y 89.5 por ciento. En el caso de graduados de estudios superiores el índice es inferior al promedio en Brasil, Chile, Colombia y México, con 32.4, 34.8, 31.6 y 36.6 por ciento, y superior al promedio en Argentina y Perú, con índices de 38.2 y 51.5 por ciento. Las diferencias entre países se explican enteramente por diferencias en la estructura ocupacional.

Figura 5: Trabajo remoto inviable y variables demográficas

(a) Niveles educativos



(b) Grupos etarios



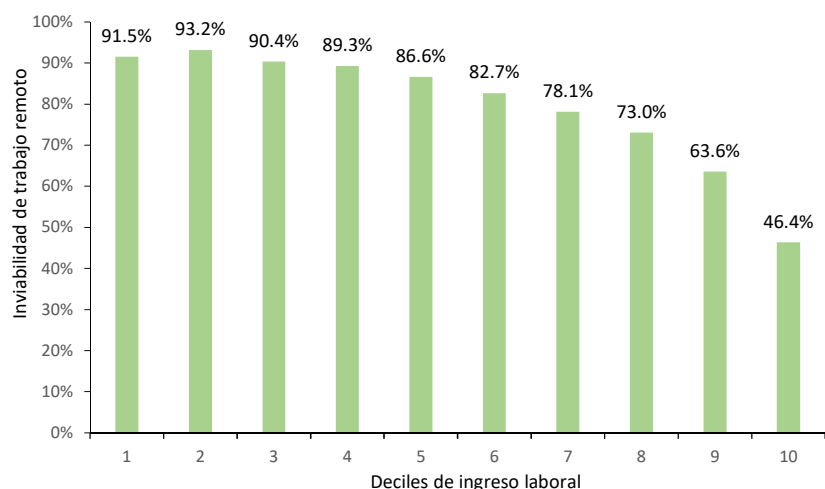
Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El eje vertical muestra la proporción de trabajadores que por su ocupación no están en condiciones de realizar trabajo remoto. El eje horizontal muestra los años de educación (panel a) y categorías de años de edad (panel b). La línea sólida azul representa el promedio simple para América Latina, mientras que cada país está graficado con una línea gris de menor grosor.

La relación entre inviabilidad de trabajo remoto y edad es no monótona, tomando forma de U (Figura 5, panel b). La inviabilidad del trabajo remoto es muy alta para los trabajadores muy jóvenes, superior al 98 por ciento, y decrece muy rápidamente en la edad hasta el grupo etario de trabajadores entre 25 y 34 años, en donde alcanza un mínimo de 74.2 por ciento. A

partir de ese punto, la probabilidad de estar ocupado en un empleo incompatible con teletrabajo crece con la edad hasta alcanzar el 86.7 por ciento para los trabajadores mayores de 65 años. La no monotonía de la figura representa por un lado el hecho de que trabajadores jóvenes necesitan trabajar bajo supervisión y realizan principalmente tareas de trabajo físico que requieren presencia en el lugar de empleo. Esto se refleja en el tramo decreciente de la curva, que muestra que los trabajadores jóvenes verán aumentadas las posibilidades de trabajo remoto a lo largo de su carrera. Por otro, el tramo creciente de la U representa la creciente adquisición de capacidades educativas para las cohortes más jóvenes, que correlacionan con actividades cognitivas que pueden realizarse desde el hogar. Este tramo creciente no refleja cambios en la carrera de un individuo a lo largo de los años sino diferencias entre cohortes, de manera que en décadas futuras es esperable que el tramo creciente de la U se vaya gradualmente aplanando.

La Tabla 6 reporta la relación entre trabajo remoto y otras características demográficas y del empleo. La primera columna (No) se refiere a trabajo remoto inviable y la segunda columna (Sí) se refiere a trabajo remoto viable. La proporción de mujeres es mayor en los trabajos viables (51.4 por ciento) respecto a los no viables (40.9 por ciento). Los años de educación promedio son mayores entre trabajadores con trabajo remoto viable (14 años versus 9.1 años). En cuanto al tipo de relación laboral, el porcentaje de informalidad y de cuentapropista es mayor entre empleos con trabajo remoto inviable (61.4 versus 26.6 por ciento de trabajadores informales, y 29.2 versus 12.8 por ciento de cuentapropistas). El ingreso laboral promedio es mayor entre los trabajadores con posibilidades de realizar teletrabajo, reflejando la correlación entre teletrabajo y calificación.

Figura 6: Trabajo remoto inviable y deciles de ingreso



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El eje vertical muestra la proporción de trabajadores que por su ocupación no están en condiciones de realizar trabajo remoto. El eje horizontal muestra deciles de ingreso laboral individual. Los gráficos reportan resultados para el promedio de América Latina.

La Tabla 7 reporta las mismas variables demográficas y de empleo de la tabla anterior desagregadas por país, confirmando que los patrones descritos se observan en los seis países estudiados, excepto para la variable de género. En todos los países es mayor la proporción de mujeres en trabajos que son viables de realizarse remotamente.

Los trabajadores más afectados por la imposibilidad de teletrabajo son los de bajo nivel de calificación, muy jóvenes, y en relación laboral informal, es decir, trabajadores de menores ingresos. La Figura 6 muestra el porcentaje de trabajadores para cada decil de ingreso laboral que no pueden realizar trabajo remoto. La inviabilidad del trabajo remoto decrece gradualmente en el ingreso, hasta llegar a los dos deciles superiores en donde la caída es más abrupta. En promedio para los seis países analizados, más del 90 por ciento de los trabajadores en los tres deciles de ingreso más bajos se encuentran en ocupaciones incompatibles con el teletrabajo de acuerdo a las dos medidas de ingreso utilizadas. Esto los hace especialmente vulnerables en el contexto de la

pandemia de Covid—19 ya que no tienen la posibilidad de realizar su trabajo fuera del lugar de empleo, con altas chances de ser desplazados o suspendidos temporariamente. En los dos deciles superiores la imposibilidad de trabajo remoto afecta al 63.6 y 46.4 por ciento de los trabajadores de los dos deciles superiores.¹⁰

En resumen, una mayoría de los trabajadores latinoamericanos y casi la totalidad de aquellos en estratos socio—económicos más bajos están empleados en ocupaciones donde el trabajo remoto es inviable. En situaciones de emergencia sanitaria donde es necesario el aislamiento, como en la actual crisis del Covid—19, la imposibilidad de realizar trabajo desde el hogar expone a estos trabajadores a pérdida de empleo. En el mediano y largo plazo, ante eventualidades como la repetición de una crisis sanitaria como la actual, puede haber una sustitución paulatina de trabajadores por tecnología y automatización sesgada hacia el grupo de los trabajadores con imposibilidad de teletrabajar.

5. Riesgos de contagio por proximidad física

En una situación de pandemia la emergencia sanitaria requiere disminuir drásticamente el contacto físico entre personas. Los riesgos de transmisión de enfermedades aumentan en empleos que requieren proximidad física e interacciones personales cotidianas en espacios compartidos o comunes. Para disminuir el riesgo de contagio se requiere una disminución importante de la actividad económica y esto puede resultar en pérdida de empleo. En la sección anterior estudiamos la imposibilidad de trabajar remotamente como un factor que puede resultar en pérdida de empleo. En esta sección estudiamos la proximidad física. Hay ocupaciones que

¹⁰ Los resultados son semejantes si se utiliza el ingreso per cápita familiar en lugar del ingreso laboral. La inviabilidad del trabajo remoto cae de 95% en el decil 1 a 45.8% en el decil 10.

requieren trabajar en contacto cercano entre compañeros de trabajo, público o clientes (enfermeros, cuidado de personas), mientras que otras ocupaciones pueden realizarse en relativo aislamiento (directivos). Los trabajadores en ocupaciones que no requieren contacto son menos susceptibles de perder su empleo ya que están menos expuestos a contagio y por lo tanto pueden concurrir al lugar de trabajo.

Naturalmente, la necesidad de proximidad física cotidiana con otras personas es una de las condiciones que impiden el trabajo remoto. En este sentido, hay una intersección entre los riesgos analizados en esta sección y la anterior. Sin embargo ambos riesgos no son idénticos. Por un lado hay ocupaciones que no requieren interacciones diarias cercanas con otras personas, pero que no pueden realizarse de forma remota, por lo que en contextos generalizados de políticas de aislamiento sufren una merma de actividad (jardinero, soldador). Por otro lado hay una diferencia entre la necesidad de proximidad muy cercana (enfermero), y la proximidad que se da naturalmente al organizar espacios de trabajo y que no es tan cercana (oficinas). En este último caso, si bien existe una proximidad física media, es posible el trabajo remoto.

Ocupaciones con proximidad física

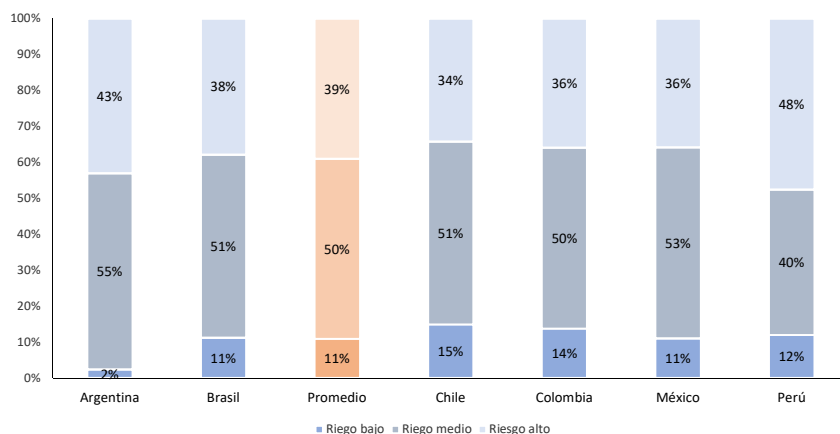
Para identificar a los trabajadores latinoamericanos en ocupaciones con riesgo de contagio se utiliza la información de O*NET sobre proximidad física en el lugar de trabajo. Los trabajadores entrevistados por O*NET reportan trabajar en alguna de las siguientes cinco condiciones: (1) trabajo individual o lejano a otras personas; (2) trabajo con otras personas pero no cercano, por ejemplo una oficina privada; (3) trabajo con otras personas con cierta cercanía, por ejemplo oficinas compartidas, maestros, albañiles; (4) trabajo cercano, a distancia de un brazo (“arm’s length”), por ejemplo algunos comercios; (5) trabajo muy cercano, por ejemplo médicos y

enfermeros. Estos valores numéricos son promediados por O*NET de manera de que se obtiene una variable continua entre 0 y 5 para cada ocupación a 6 dígitos. A esta variable la promediamos a 2 dígitos de manera de obtener una medida para las ocupaciones armonizadas entre O*NET y las encuestas de hogares. Consideramos a las ocupaciones con índice mayor a 3.5 de alto riesgo de contagio, a las de índice entre 3 y 3.5 con riesgo medio, y a las de índice entre 0 y 3 con riesgo bajo.

Al igual que en el caso de la clasificación de las ocupaciones en viables o inviables de realizar de manera remota, caracterizamos las ocupaciones según su proximidad física utilizando grupos discretos y no un índice continuo como el IRT. En el caso de la proximidad física, sin embargo, utilizamos tres categorías en lugar de dos. Esto se debe a que la proximidad física alta (valores 4 o 5) es una de las condiciones que tenemos en cuenta para definir la imposibilidad de teletrabajo. Las ocupaciones con riesgo medio por proximidad física no son, en contraste, necesariamente inviables de realizar de manera remota.

La Tabla B.2 en el Apéndice B reporta el riesgo asociado a cada actividad. Hay 8 ocupaciones de bajo riesgo que incluyen empleos jerárquicos con oficinas privadas, profesionales, y actividades primarias (agro, forestales) con poca cercanía física. Hay 19 ocupaciones de riesgo medio, incluyendo empleados de algunas ocupaciones administrativas, directivas, profesionales, técnicas, operarios, y profesionales de la enseñanza. Las ocupaciones de riesgo alto son 13, incluyendo trabajadores de cuidados y servicios personales, trabajadores de la salud, algunos empleados en oficinas, vendedores y operarios.

Figura 7: Proximidad física



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Las barras denotan de arriba hacia abajo el porcentaje de trabajadores en ocupaciones de riesgo alto, medio y bajo de contagio de acuerdo a la proximidad física.

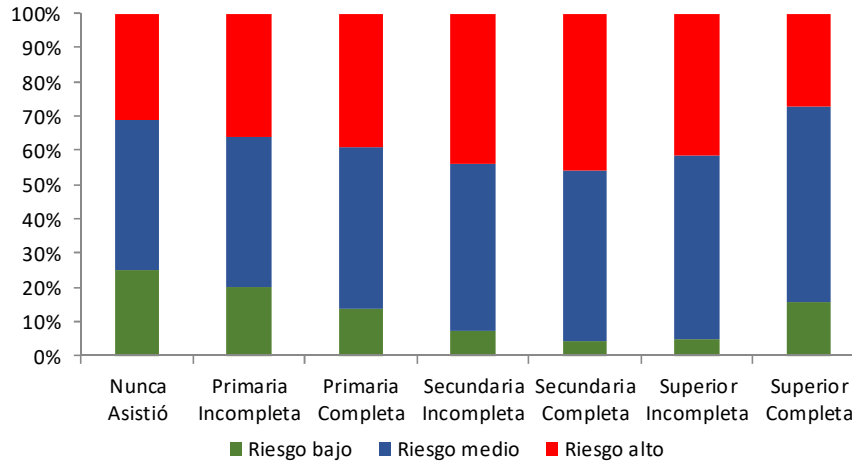
Resultados

La Figura 7 reporta los porcentajes de trabajadores en ocupaciones en cada categoría de riesgo de contagio. En promedio para los seis países de América Latina, el 39 por ciento de los trabajadores se desempeña en ocupaciones de riesgo alto, y un total de 89 por ciento en ocupaciones de riesgo alto o medio. Es decir que casi 9 de 10 trabajadores están expuestos a riesgos por contagio, con peligro para su salud en caso de trabajar y con peligro para su empleo en caso de no concurrir al lugar de trabajo. El mayor riesgo se da en Argentina, con un total de 98 por ciento de trabajadores en ocupaciones de riesgo alto o medio.¹¹ Los porcentajes son algo menores en los demás países: Brasil y México 89 por ciento, Perú 88 por ciento, Colombia 86 por ciento, y Chile 85 por ciento.

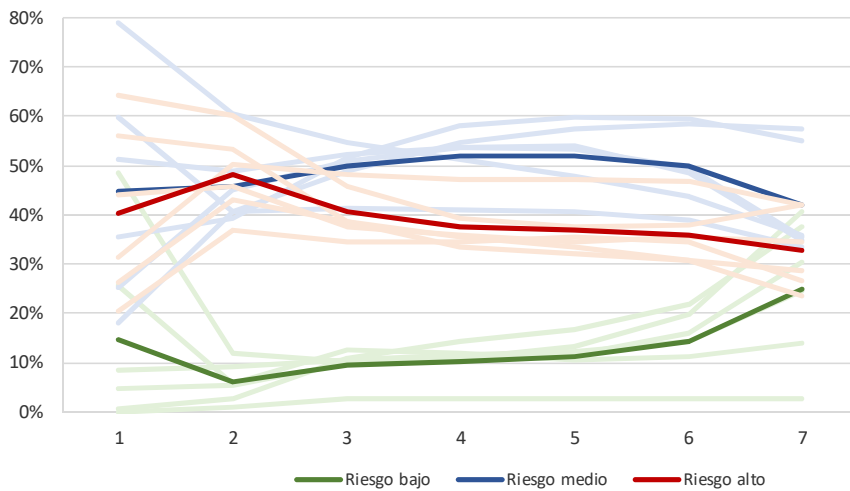
¹¹ Debe tenerse en cuenta que la estimación de Argentina es imprecisa, dado que la encuesta de ese país (EPH) solo incluye áreas urbanas grandes, donde las interacciones personales son más frecuentes, lo que implica una sobreestimación de la exposición a contagios.

Figura 8: Proximidad física y variables demográficas

(a) Niveles educativos



(b) Grupos etarios



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Las curvas denotan el porcentaje de trabajadores en ocupaciones de riesgo alto (rojo), medio (azul) y bajo (verde) de contagio de acuerdo a la proximidad física.

La Figura 8 reporta el porcentaje de trabajadores en cada grupo de riesgo por proximidad física por nivel educativo (panel a) y edad (panel b). La curva roja representa el grupo de alto riesgo. La participación de este grupo es creciente para bajos niveles educativos, hasta invertirse y hacerse decreciente a partir del nivel de secundario completo. Este tramo decreciente tiene por

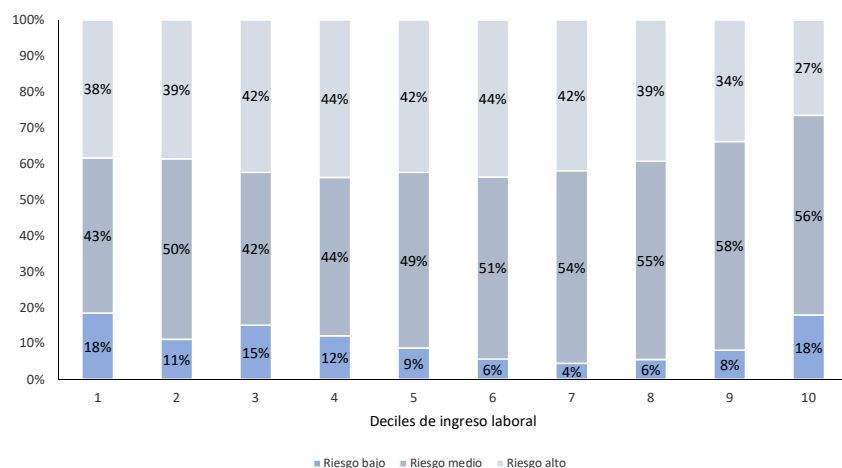
construcción una contracara de participación creciente en otros grupos, que resulta más marcada en el grupo de riesgo medio. En el último nivel educativo, se verifica una movilidad hacia ocupaciones de riesgo bajo.

El panel (b) representa la relación entre grupos de riesgo y rangos etarios. El riesgo alto es decreciente en la edad, con la contrapartida de que el riesgo bajo es creciente en la edad. Esto se debe a que trabajadores jóvenes, con menor calificación, entrenamiento y experiencia tienden a realizar tareas en conjunto y cercanía con otros trabajadores o de atención al público, mientras que trabajadores con más experiencia tienden a realizar tareas de supervisión y planeamiento con mayor distanciamiento físico y espacio personal.

La Tabla 8 reporta características demográficas y del empleo para los tres grupos de riesgo. Las mujeres tienden a estar empleadas en ocupaciones con riesgo de contagio. La proporción de mujeres es del 47.1 por ciento en ocupaciones de alto riesgo de contagio y de 43 por ciento en ocupaciones de riesgo medio. Esto contrasta con un 29.6 por ciento de mujeres en ocupaciones de riesgo bajo.

El porcentaje de trabajadores informales es de 59.5 por ciento en ocupaciones de riesgo bajo, 48.5 por ciento en ocupaciones de riesgo medio, y 58.4 por ciento en ocupaciones de riesgo alto, evidenciando una polarización. El porcentaje de cuentapropistas sigue un patrón similar, con porcentajes de participación de 43.3, 17.7 y 30.3 por ciento en ocupaciones de riesgo alto, medio y bajo. Resumiendo, en las ocupaciones de riesgo medio hay una mayor proporción de trabajadores formales y empleados que en las ocupaciones de riesgo bajo o riesgo alto.

Figura 9: Proximidad física y deciles de ingreso



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El eje vertical muestra la proporción de trabajadores en ocupaciones de riesgo alto, medio o bajo (de arriba hacia abajo). El eje horizontal muestra deciles de ingreso laboral individual. Los gráficos reportan resultados para el promedio de América Latina en conjunto.

En contraste con los resultados del riesgo por automatización y de la inviabilidad de trabajo remoto, debido a los resultados anteriores no monótonos, el riesgo por proximidad física no tiene una relación monótona con el nivel socioeconómico de los trabajadores. La Figura 9 grafica el porcentaje de empleo en los grupos de riesgo por proximidad física alto, medio y bajo, por decil de ingreso laboral. Se evidencia una polarización del riesgo de contagio bajo. El riesgo de contagio alto, y el riesgo alto o medio son mayores para los deciles intermedios de ingreso. El riesgo alto o medio es máximo para el decil 7, con un 96 por ciento del empleo en ocupaciones de riesgo. En contraste, estos porcentajes son de 82 por ciento en los dos deciles extremos de la distribución del ingreso laboral.

Consecuentemente, el riesgo alto de infección por proximidad física es también no—monótono en el ingreso (Figura 9). Por ejemplo, el porcentaje de trabajadores en ocupaciones de

riesgo alto es más bajo entre los de menores ingresos (38%) y los de ingresos más altos (27%), y máximo en los deciles intermedios (más de 40% entre los deciles 3 y 7).

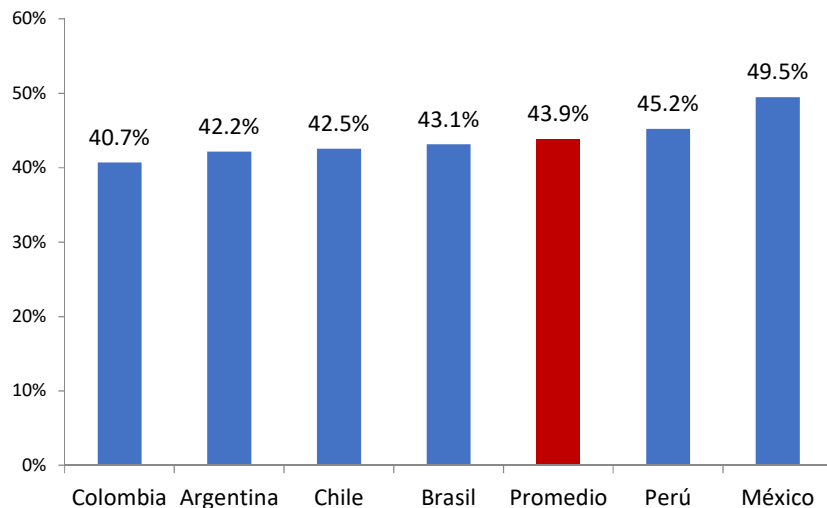
6. Vulnerabilidad del empleo durante la pandemia

La adopción de tecnología de automatización es una amenaza para el empleo, en el sentido de que robots y computadoras pueden reemplazar a trabajadores que se desempeñan en tareas rutinarias. En la práctica, tanto la adopción de tecnología como el desplazamiento de trabajadores es costoso y muchas tareas rutinarias no son de hecho automatizadas. La inversión en automatización requiere un análisis de costo—beneficio en donde entran muchos factores en juego. En un contexto de pandemia como la del Covid—19 se alteran los costos relativos del trabajo versus la tecnología robótica o digital.

Los trabajadores no-esenciales que se desempeñan en proximidad cercana a otras personas no tienen permitido concurrir a su lugar de trabajo en situaciones de emergencia sanitaria para prevenir contagios. Algunos trabajadores pueden realizar sus tareas de manera remota, pero otros no. Esto encarece los costos relativos del trabajo humano y funciona como un incentivo para la automatización en el mediano plazo. La interacción de los tres factores—realización de tareas rutinarias, imposibilidad de trabajo remoto, y proximidad física en el trabajo—generan una situación de alta vulnerabilidad. En esta sección caracterizamos a los trabajadores altamente vulnerables.

Definimos como trabajadores altamente vulnerables a aquellos que están empleados en ocupaciones que reúnen las siguientes condiciones: (i) su índice de rutinización de tareas (IRT) es superior a la mediana; (ii) el trabajo remoto es inviable; (iii) el riesgo de contagio por proximidad física en el lugar de trabajo es alto o medio. Las tres condiciones representan la

Figura 10: Trabajadores altamente vulnerables



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Las barras denotan el porcentaje de trabajadores empleados en ocupaciones altamente vulnerables a automatización en contextos de pandemia.

imposibilidad de trabajar durante la pandemia y la relativa factibilidad de ser reemplazado por tecnología de automatización. Para que una ocupación se considere altamente vulnerable deben darse las tres condiciones simultáneamente.

Dados los resultados de las secciones anteriores anticipamos que existe una correlación importante entre las tres condiciones o factores de riesgo. Esto se verifica en la Figura B.3 en el Apéndice B. El alto de las barras corresponde al índice de rutinización IRT. Las ocupaciones del panel superior no son viables de realizarse de manera remota, mientras que las del panel inferior sí lo son. La correlación positiva entre rutinización e imposibilidad de trabajo remoto se manifiesta en que las barras del panel superior son más altas que las del panel inferior. Un significativo número de las ocupaciones del panel inferior son a su vez graficadas con barras de color verde, representando un bajo riesgo de contagio por proximidad física. Por el contrario para el panel de inviabilidad de teletrabajo, no solo encontramos un mayor número de ocupaciones

incluidas en esta categoría sino que además entre ellas predominan las barras de color rojo y amarillo, indicando un riesgo por proximidad física alto y medio

La Tabla B.3 en el Apéndice B reporta la lista de ocupaciones altamente vulnerables. Entre ellas se encuentran ensambladores y operadores de instalaciones fijas y máquinas; personal de limpieza y asistentes; oficiales y operarios de la construcción y la metalurgia; operarios y oficiales de procesamiento de alimentos, recolectores de desechos y otras ocupaciones elementales; profesionales de nivel medio de la salud; y trabajadores de los cuidados personales, entre otros.

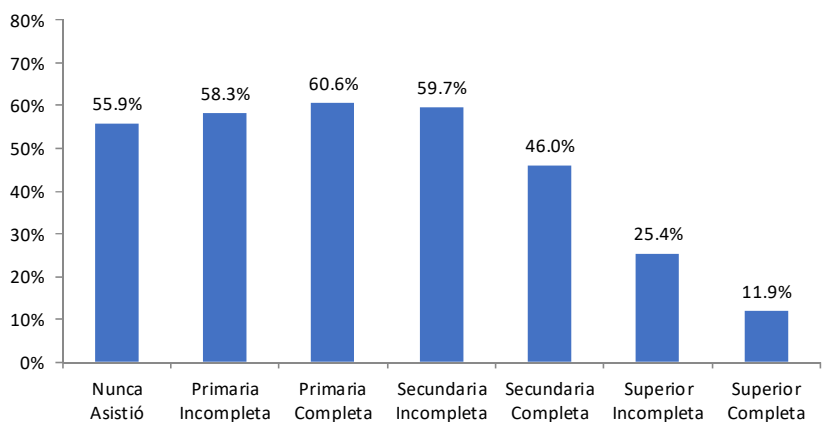
La Figura 10 reporta la proporción de trabajadores en ocupaciones altamente vulnerables. En América Latina el 43.9 por ciento de los trabajadores son altamente vulnerables. Los índices de cada país varían entre 40.7 y 49.5 por ciento. Los valores inferiores al promedio corresponden a Colombia, Argentina, Chile y Brasil, mientras que en Perú y México la alta vulnerabilidad es superior al promedio. En México alcanza casi a la mitad de los trabajadores (49.5 por ciento).

La Figura 11, panel (a), y la Tabla 9 reportan la relación entre alta vulnerabilidad y educación. La vulnerabilidad es máxima para trabajadores con primaria completa y secundaria incompleta, alcanzando al 60 por ciento del empleo en estas categorías educativas. Los trabajadores con calificación mínima, sin título primario, tienen una vulnerabilidad algo menor, explicada por trabajadores rurales que pueden realizar sus tareas laborales sin estar en contacto estrecho con otras personas.¹² A partir de la categoría de secundaria completa el porcentaje de trabajadores altamente vulnerables cae rápidamente, llegando a ser solamente del 11.9 por ciento para trabajadores con educación superior completa. Este patrón se observa en todos los países. El porcentaje de trabajadores altamente vulnerables con educación superior completa es en todos

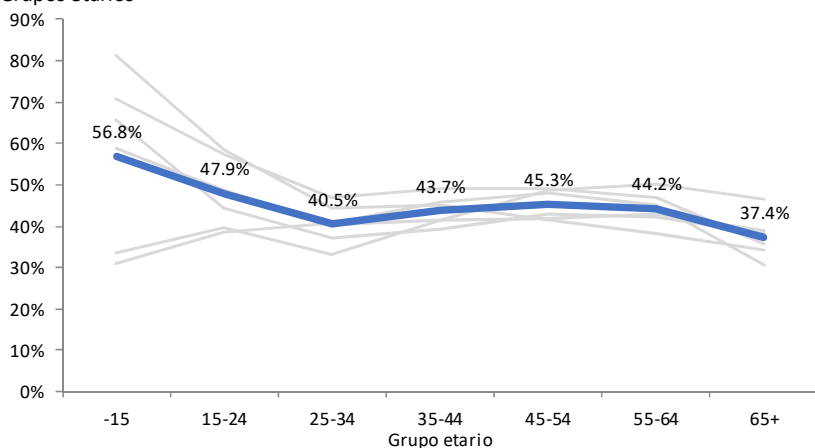
¹² Notar que esta vulnerabilidad ligeramente reducida para los trabajadores menos calificados no se observa en Argentina. Esto se debe a que la encuesta de hogares de Argentina (EPH) se realiza en aglomerados urbanos y no en zonas rurales.

Figura 11: Trabajadores altamente vulnerables y variables demográficas

(a) Niveles educativos



(b) Grupos etarios

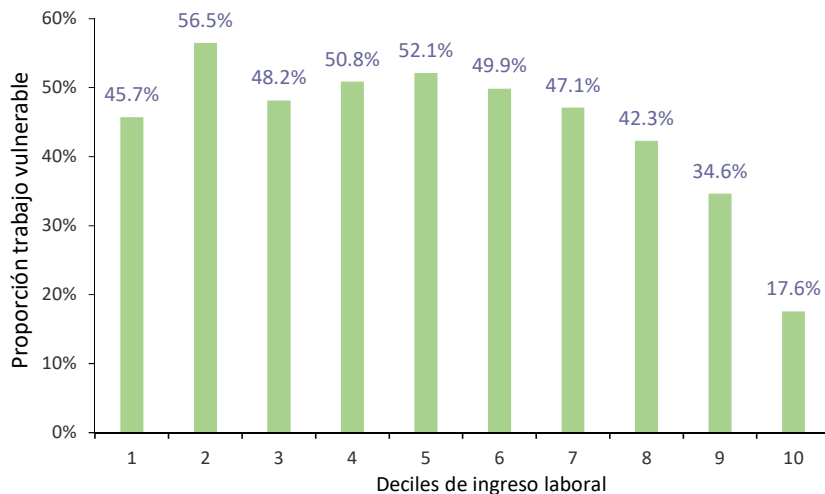


Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El eje horizontal muestra el porcentaje de trabajadores en ocupaciones vulnerables durante pandemias. El eje horizontal muestra años de educación.

los casos inferior al 20 por ciento. La alta vulnerabilidad está concentrada en los niveles de calificación bajos y medios.

La Figura 11, panel (b), grafica la relación entre alta vulnerabilidad y edad. Los trabajadores más vulnerables son los más jóvenes, con una caída importante en la vulnerabilidad a partir de los 25 años. A diferencia del índice de rutinización y de la imposibilidad del trabajo

Figura 12: Trabajadores altamente vulnerables y deciles de ingreso



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El eje vertical muestra el porcentaje de trabajadores en ocupaciones vulnerables durante pandemias. El eje horizontal muestra deciles de ingreso laboral individual. Los gráficos reportan resultados para el promedio de América Latina.

remoto, la vulnerabilidad no es creciente para los trabajadores de mayor edad. Esto se debe a que los trabajadores de mayor edad tienden a trabajar en menor proximidad física.

La Tabla 10 compara otras características demográficas y del empleo para las ocupaciones según sean o no altamente vulnerables. La proporción de hombres y de trabajadores informales es mayor en las ocupaciones altamente vulnerables. La participación de cuentapropistas es mayor en ocupaciones que no son altamente vulnerables.

La Figura 12 grafica la relación entre vulnerabilidad alta y decil de ingreso. La vulnerabilidad es en promedio decreciente en el ingreso aunque con ligeras no monotonicidades para los primeros deciles. El rango va desde un máximo del 56.5 por ciento (decil 2) hasta un mínimo de 17.6 por ciento (decil 10). La caída en la vulnerabilidad se acelera en los dos últimos deciles siendo de 42.3, 34.6 y 17.6 por ciento para los deciles 8, 9 y 10.

7. Conclusión

A los riesgos habituales para el empleo vinculados con las dificultades macroeconómicas, se han sumado últimamente dos amenazas significativas para las perspectivas laborales de los trabajadores latinoamericanos. Por un lado, el creciente proceso de automatización puede poner en riesgo las ocupaciones actuales de muchos trabajadores que llevan a cabo tareas potencialmente realizables por computadoras y robots. El cambio tecnológico no se ha generalizado aun en América Latina, pero avanza rápidamente en los países desarrollados, por lo que la amenaza sobre los empleos en América Latina parece cercana. Por otro lado, un inesperado shock ha afectado los mercados laborales de todo el mundo: la crisis del Covid—19 ha impactado sobre los empleos que no han podido relocalizarse rápidamente y a bajo costo a los hogares, y en particular sobre aquellos que implican cercanía física. Hay indicios de que el impacto no será solo en el corto plazo. Por un lado, la crisis se ha extendido en el tiempo y se avizora que continuará por varios meses más. Pero aun cuando el brote logre ser controlado, la nueva situación ha aumentado permanentemente el costo relativo de los empleos inviables de relocalizar y con cercanía física. Es posible que las empresas (y posiblemente también el sector público) aumenten sus preferencias por tecnologías más inmunes a futuros shocks sanitarios, que ya no parecen tan improbables; lo cual implica tratar de minimizar ocupaciones imposibles de relocalizar o con interacciones físicas frecuentes.

Este trabajo provee estimaciones de estas amenazas al empleo de los latinoamericanos, utilizando datos de la base O*NET de características de ocupaciones y los microdatos de las encuestas de hogares de las seis economías más grandes de la región: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú. El trabajo concluye que la exposición a la automatización, la inviabilidad del trabajo remoto, y el trabajo en proximidad física son generalizados en América

Latina. Para la mayoría de los trabajadores latinoamericanos se trata de amenazas concretas. La intensidad de estos riesgos es sin embargo marcadamente asimétrica. El trabajo revela que en todos los países de la región existe una suerte de polarización de ocupaciones: por un lado, aquellas con una mayor proporción de tareas rutinarias, más susceptibles de ser automatizadas y con menor grado de compatibilidad con el teletrabajo, y por el otro aquellas que pueden continuar trabajando de forma remota y que implican en mayor grado tareas analíticas, abstractas o cognitivas.

Los resultados del trabajo indican que la vulnerabilidad del empleo es más alta entre los trabajadores no calificados, informales, y con ingresos bajos. Es también más alta entre trabajadores muy jóvenes. Si las amenazas al empleo se concretan, podrían tener implicancias significativas no solo sobre el nivel de empleo, sino también sobre la polarización del mercado laboral y sobre la distribución del ingreso.

Referencias

- Acemoglu, D. y D. H. Autor (2011). “Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings”, en O. Ashenfelter and D. Card, *Handbook of Labor Economics, Vol IVb*, Elsevier, pp. 1043-1171.
- Albrieu, R. (2020). “Evaluando las Oportunidades y los Límites del Teletrabajo en Argentina en Tiempos del COVID-19”, Mimeo, CIPPEC.
- Arntz, M.; T. Gregory and U. Zierahn (2017). “Revisiting the Risk of automation”, *Economics Letters*, 159(C), pp. 157-160.
- Autor, D. H. (2013). “The Task Approach to Labor Markets: An Overview”, *Journal for Labour Market Research* 46 (3), pp. 185-199.

- Autor, D. H.; L. Katz and M. Kearney (2006). “The Polarization of the U.S. Labor Market”, *American Economic Review Papers and Proceedings* 96 (2), pp. 189-194.
- Autor, D. H. and D. Dorn. (2013). “The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labour Market”, *American Economic Review*, 103(5), pp. 1553-97.
- Autor, D. H.; F. Levy and R. J. Murnane (2003). “The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration”, *The Quarterly journal of economics* 118(4), pp. 1279-1333.
- Autor, D. H. and M. J. Handel (2013). “Putting Tasks to the Test: Human Capital, Job Tasks, and Wages”, *Journal of labor Economics* 31(1), pp. 59-96.
- Bosch, M.; C. Pages and L. Ripani (2018). “El Futuro del Trabajo en América Latina y el Caribe”, Mimeo, Inter-American Development Bank.
- Bonavida, C. (2020). “El Riesgo de Automatización desde la Perspectiva de Contenido de Tareas. Estimaciones para Argentina”, CEDLAS Working Paper Series No. 0264.
- Dingel, J. y B. Neiman (2020). “How Many Jobs can be Done at Home?”, *Journal of Public Economics* 189, 104235.
- Frey, C. B. and M. A. Osborne. (2017). “The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?”, *Technological Forecasting & Social Change* 114(2017), pp. 254–280.
- Gasparini L; I. Brambilla; A. César; G. Falcone and C. Lombardo (2021). “Routinization and Employment: Evidence for Latin America”, CEDLAS Working Paper Series No. 0276.
- Goos, M. and A. Manning (2007). “Lousy and Lovely jobs: The Rising Polarization of Work in Britain”, *Review of Economics and Statistics* 89 (1), pp. 118-133.

- Goos, M.; A. Manning and A. Salomons (2014). “Explaining Job Polarization: Routine-biased Technological Change and Offshoring”, *American Economic Review*, 104(8), pp. 2509-2526.
- Maloney, W. and C. Molina (2016). “Are Automation and Trade Polarizing Developing Country Labor Markets, Too?”, *World Bank Policy Research Working paper 7922*.
- Messina, J.; G. Pica, and A. Oviedo (2016). “Job Polarization in Latin America”, Mimeo, Inter-American Development Bank.
- Messina, J. and J. Silva (2017). *Wage inequality in Latin America: Understanding the past to prepare for the future*, World Bank, Washington, DC.
- Michaels, G.; A. Natraj and J. Van Reenen (2013). “Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence from Eleven Countries over 25 Years”, *Review of Economics and Statistics* 96 (1), pp. 60-77.
- Santos, I; S. Monroy and M. Moreno (2015). “Technological Change and Labor Market Disruptions: Evidence from the Developing World”, Mimeo.
- Spitz-Oener, A. (2006). “Technical Change, Job Tasks and Rising Educational Demands: Looking Outside the Wage Structure”, *Journal of Labor Economics* 24(2), pp. 235–270.
- World Bank (2016). *World Development Report 2016: Digital Dividends*, World Bank, Washington, DC.

Tabla 1: Encuestas de hogares

País	Encuesta	Acrónimo	Año
Argentina	Encuesta Permanente de Hogares	EPH	2018
Brasil	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios	PNAD	2018
Chile	Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional	CASEN	2017
Colombia	Gran Encuesta Integrada de Hogares	GEIH	2018
México	Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares	ENIGH	2018
Perú	Encuesta Nacional de Hogares	ENAHO	2018

Notas: Encuestas de hogares de la base de datos SEDLAC.

Tabla 2: Proceso de armonización de códigos de ocupación

País	Clasificador de ocupaciones	Proceso de armonización a ISCO-08
Argentina	Clasificador Nacional de Ocupaciones	Crosswalk oficial de INDEC
Brasil	Classificação de Ocupações para Pesquisas Domiciliares	Crosswalk propio
Chile	International Standard Classification of Occupations	Crosswalk propio basado en OIT
Colombia	Clasificación Nacional de Ocupaciones	Crosswalk propio basado en DANE
México	Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones	Crosswalk propio
Perú	Código de Ocupaciones	Crosswalk propio basado en INEI

Notas: Concordancias utilizadas para armonizar la clasificación de ocupaciones de cada país y la clasificación de O*NET.

Tabla 3: IRT por nivel educativo

	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	México	Perú	Promedio
Nunca Asistió	0.71	0.75	0.70	0.73	0.75	0.75	0.73
Primaria Incompleta	0.70	0.73	0.71	0.71	0.74	0.73	0.72
Primaria Completa	0.69	0.68	0.70	0.70	0.74	0.73	0.71
Secundaria Incompleta	0.68	0.68	0.68	0.69	0.73	0.72	0.70
Secundaria Completa	0.65	0.64	0.66	0.65	0.66	0.69	0.66
Superior Incompleta	0.59	0.52	0.55	0.59	0.60	0.64	0.58
Superior Completa	0.43	0.38	0.38	0.35	0.38	0.50	0.40

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Se reporta el nivel promedio del índice de rutinización de tareas (RTI) para cada nivel educativo.

Tabla 4: IRT por género y características del empleo

	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	México	Perú	Promedio
mujer	0.59	0.61	0.55	0.60	0.65	0.65	0.61
hombre	0.62	0.65	0.62	0.64	0.67	0.68	0.65
formal	0.59	0.59	0.58	0.53	0.58	0.56	0.57
informal	0.62	0.69	0.62	0.68	0.69	0.70	0.67
cuenta propista	0.60	0.62	0.59	0.60	0.66	0.66	0.62
no cuenta propista	0.63	0.66	0.58	0.66	0.68	0.68	0.65

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Se reporta el nivel promedio del índice de rutinización de tareas (RTI) para distintos grupos de trabajadores de acuerdo a su género y a las características de su empleo.

Tabla 5: Trabajo remoto inviable por nivel educativo

	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	México	Perú	Promedio
Nunca Asistió	90.8%	97.0%	98.6%	98.5%	99.3%	97.4%	96.9%
Primaria Incompleta	97.1%	95.8%	98.7%	97.9%	98.8%	96.2%	97.4%
Primaria Completa	96.0%	91.7%	97.6%	97.3%	97.8%	95.1%	95.9%
Secundaria Incompleta	91.3%	88.1%	94.7%	96.8%	93.5%	94.8%	93.2%
Secundaria Completa	77.2%	78.6%	85.2%	91.5%	79.9%	89.5%	83.7%
Superior Incompleta	53.3%	46.9%	62.5%	79.3%	66.0%	73.5%	63.6%
Superior Completa	38.2%	32.4%	34.8%	31.6%	36.6%	51.5%	37.5%

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Se reporta la participación de trabajadores en ocupaciones incompatibles con trabajo remoto para cada nivel educativo.

Tabla 6: Trabajo remoto y características demográficas y del empleo. Promedio para América Latina.

	Trabajo Remoto	
	No	Sí
Proporción del empleo	79,0%	21,0%
<i>Caracterización</i>		
Proporción de mujeres	40,9%	51,4%
Edad	40,4	39,5
Años de educación	9,1	14,0
Informalidad	61,4%	26,6%
Cuentapropistas	29,2%	12,8%
Ingreso laboral (% de la media)	80,0	179,8

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Se agrupan las ocupaciones en incompatibles (No) y compatibles (Sí) con trabajo remoto y para cada grupo se reporta: la participación total en el empleo, la proporción de mujeres, la edad promedio, los años de educación promedio, el nivel promedio de informalidad laboral, la participación de cuentapropistas, el ingreso laboral promedio en relación al ingreso laboral promedio agregado. Los estadísticos corresponden al promedio de los seis países de América Latina.

Tabla 7: Trabajo remoto y características demográficas y del empleo

	Argentina		Brasil		Chile	
	Trabajo Remoto		Trabajo Remoto		Trabajo Remoto	
	No	Sí	No	Sí	No	Sí
Proporcion empleo	71,5%	28,5%	77,3%	22,7%	74,4%	25,6%
Proporción de mujeres	39,8%	52%	40,3%	52,0%	41,1%	49,9%
Edad	40,7	41,7	39,6	38,7	42,8	40,1
Años de educación	10,7	14,3	7,9	12,7	10,7	15,0
Informalidad	58,6%	22,2%	44,0%	14,8%	35,9%	13,4%
Proporcion trabajadores cuenta propia	25,0%	7,6%	26,4%	11,7%	22,4%	9,4%
Ingreso laboral (% de la media)	83,9	140,4	76,9	178,6	76,4	168,9
	Colombia		México		Perú	
	Trabajo Remoto		Trabajo Remoto		Trabajo Remoto	
	No	Sí	No	Sí	No	Sí
Proporcion empleo	83,8%	16,2%	83,2%	16,8%	83,7%	16,3%
Proporción de mujeres	39,7%	51,4%	39,3%	48,7%	45,4%	53,9%
Edad	39,7	38,6	38,8	37,8	41,1	40,3
Años de educación	8,5	14,2	8,4	14,3	8,5	13,3
Informalidad	68,5%	21,9%	78,6%	42,0%	82,7%	45,5%
Proporcion trabajadores cuenta propia	47,3%	25,2%	15,7%	3,8%	38,1%	18,8%
Ingreso laboral (% de la media)	77,8	214,8	83,2	183,2	81,9	192,7

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Análogo a la Tabla 6 con desagregación por país.

Tabla 8: Proximidad física y características demográficas y del empleo. Promedio para América Latina.

	Grupo de riesgo		
	Bajo	Medio	Alto
Proporción del empleo	10.9%	50.1%	39.1%
<i>Caracterización</i>			
Proporción de mujeres	29.6%	43.0%	47.1%
Edad	44.8	40.2	39.0
Años de educación	9.7	10.5	10.1
Informalidad	59.5%	48.5%	58.4%
Cuentapropistas	43.3%	17.7%	30.3%
Ingreso laboral (% de la media)	128%	107%	88%

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Se agrupan las ocupaciones en riesgo bajo, medio y alto según el nivel de proximidad física y para cada grupo se reporta: la participación total en el empleo, la proporción de mujeres, la edad promedio, los años de educación promedio, el nivel promedio de informalidad laboral, la participación de cuentapropistas, el ingreso laboral promedio en relación al ingreso laboral promedio agregado. Los estadísticos corresponden al promedio de los seis países de América Latina.

Tabla 9: Vulnerabilidad por nivel educativo.

	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	México	Perú	Promedio
Nunca Asistió	71.5%	50.4%	53.1%	51.4%	59.5%	49.5%	55.9%
Primaria Incompleta	69.5%	56.7%	46.7%	61.9%	63.8%	51.2%	58.3%
Primaria Completa	70.2%	65.6%	48.3%	58.9%	65.3%	55.4%	60.6%
Secundaria Incompleta	61.4%	62.3%	62.1%	48.9%	63.4%	59.8%	59.7%
Secundaria Completa	42.8%	42.4%	54.3%	41.0%	49.4%	46.1%	46.0%
Superior Incompleta	23.9%	31.8%	36.7%	16.2%	23.9%	19.8%	25.4%
Superior Completa	15.1%	11.1%	18.7%	9.8%	12.2%	4.6%	11.9%

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Se reporta la proporción de trabajadores en ocupaciones altamente vulnerables en momentos de pandemia para cada nivel educativo.

Tabla 10: Vulnerabilidad y características demográficas y del empleo. Promedio para América Latina.

	Vulnerabilidad	
	No	Sí
Proporción del empleo	56,1%	43,9%
<i>Caracterización</i>		
Proporción de mujeres	48,2%	36,8%
Edad	40,7	39,9
Años de educación	11,3	8,7
Informalidad	48,4%	62,0%
Cuentapropistas	29,4%	21,7%
Ingreso laboral (% de la media)	120,9	73,5

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Se agrupan las ocupaciones en altamente vulnerables o no altamente vulnerables en tiempos de pandemia y para cada grupo se reporta: la participación total en el empleo, la proporción de mujeres, la edad promedio, los años de educación promedio, el nivel promedio de informalidad laboral, la participación de cuentapropistas, el ingreso laboral promedio en relación al ingreso laboral promedio agregado.

Apéndice A: Anexo Metodológico

En este apéndice describimos en detalle la construcción de los índices de rutinización de tareas, de viabilidad de trabajo remoto, y de riesgo de contagio por proximidad física. Todos estos índices tienen en común que están computados a nivel ocupación en base a la base de datos de la Occupational Information Network (O*NET) correspondientes a noviembre de 2019. La base de datos de O*NET recopila información sobre distintas características o dimensiones de las ocupaciones. En base a estas características construimos los tres índices que utilizamos para caracterizar la vulnerabilidad del empleo ante los riesgos de automatización y pandemia.

Los datos que O*NET hace disponibles para uso público no son respuestas a nivel individual sino datos agregados en base a promediar las respuestas de individuos en una misma ocupación. En muchas ocasiones las respuestas individuales corresponden a categorías y los datos reportados por O*NET son promedios de los valores numéricos asignados a cada categoría. Por ejemplo para una tarea en particular los individuos entrevistados responden si la realizan muy frecuentemente (5), frecuentemente (4), esporádicamente (3), muy poco (2), nunca (1). O*NET realiza un promedio de esos valores numéricos y reporta un número continuo entre 1 y 5 que cuantifica la intensidad de la frecuencia para el promedio de individuos en esa ocupación. La misma lógica se aplica a otro tipo de características de las ocupaciones, por ejemplo el distanciamiento con respecto a otras personas.

Índice de rutinización de tareas

El índice de rutinización (IRT) está construido en base a dos dimensiones: actividades y tareas. O*NET releva información sobre la importancia de 41 actividades en cada

ocupación. Estas actividades son las mismas para todas las ocupaciones pero difieren en la importancia reportada por los individuos entrevistados. Dentro de cada actividad hay a su vez distintas tareas. Las tareas varían entre ocupaciones de acuerdo al conocimiento pre-existente sobre cada ocupación. Los individuos responden sobre la frecuencia con la que cada tarea es realizada.

Para mayor claridad la Tabla A.1 reporta el ejemplo de la ocupación “Telemarketer”. Para la ocupación telemarketer las actividades más importantes son “Documentación y asentamiento de información”, “Identificación de objetos, acciones y eventos”, “Explicar el significado de información a otras personas” y “Ventas o ejercer influencia”. La primer actividad está asociada a tres tareas distintas: “Mantener un registro de contactos, cuentas y pedidos”, “Ingresar pedidos por computadora”, “Registrar nombres, direcciones y reacciones de clientes”. La segunda y tercera actividades tienen una tarea asociada cada una: “Obtener una lista de clientes potenciales a partir de otras organizaciones”, y “Responder preguntas de clientes sobre productos”. La cuarta actividad tiene dos tareas asociadas: “Contactar potenciales clientes telefónicamente para vender productos u obtener donaciones” y “Contactar potenciales clientes por teléfono o por correo para hacer un seguimiento de una potencial venta”.

El primer paso para la construcción del índice consiste en mapear cada actividad con sus posibles tareas y luego calcular su importancia y frecuencia. Las respuestas individuales tanto para importancia de las actividades como para frecuencia de las tareas puede tomar 5 valores: 1, 2, 3, 4, 5, con 5=muy importante o muy frecuente, y 1=importancia o frecuencia nula. Las respuestas individuales son promediadas por O*NET a nivel ocupación, de manera de que para cada actividad O*NET reporta un número continuo entre 1 y 5 que cuantifica su importancia promedio dentro de la ocupación, y para

cada tarea O*NET reporta también un número continuo entre 1 y 5 que cuantifica la frecuencia de la tarea dentro de la ocupación. Siguiendo el formato adoptado por la literatura (Autor, Levy and Murnane, 2003, Autor and Dorn, 2013), y para mejor comparación con la misma, normalizamos las respuestas sobre importancia de una actividad de manera de que estén entre 0 y 1. La normalización no implica una pérdida de generalidad. Procedemos de manera análoga para normalizar la frecuencia de cada ocupación.¹³ Adicionalmente, dado que dentro de cada actividad puede haber más de una tarea, calculamos la frecuencia promedio a nivel actividad. De esta manera, para cada combinación ocupación-actividad tenemos un valor que cuantifica su importancia (la denotamos con W) y su frecuencia (la denotamos con F).

El segundo paso consiste en clasificar las 41 actividades de acuerdo a su naturaleza en cinco categorías que reflejan el grado de rutinización. Siguiendo a Spitz-Oener (2006) y Autor y Dorn (2013) las categorías son: (1) Rutinaria manual (RM), (2) Rutinaria cognitiva (RC), (3) No Rutinaria Manual (NRM), (4) No Rutinaria Analítica (NRA) y (5) No Rutinaria Interactiva (NRI). De consolidar los datos de frecuencia contruidos en el paso 1 con la información de las actividades del paso 2, finalmente obtenemos para cada actividad en cada ocupación (i) su frecuencia promedio, (ii) la importancia que le fue asignada, (iii) si es una actividad rutinaria o no.

La importancia de las actividades indica qué peso se le debe asignar dentro del espectro total de actividades asociadas a una ocupación. Por ejemplo para un economista la importancia de la actividad “Analizar data e información” será mayor que para un telemarketer, y para este último la actividad “Ventas o ejercer influencia” será más importante. Las actividades principales que definen el flujo de trabajo de una ocupación

¹³ La frecuencia se normaliza de manera que su valor mínimo sea 1.

Tabla A.1. Ejemplo de organización de actividades y tareas de la base de datos de O*NET para la ocupación “Telemarketer”

Actividad	Tarea	Clasificación	Importancia	Frecuencia tarea	Frecuencia promedio	
Documentación y asentamiento de información	Mantener un registro de contactos, cuentas y pedidos	RC	0.67	1.46	1	1.6
	Ingresar pedidos por computadora			1.70		
	Registrar nombres, direcciones y reacciones de clientes			1.67		
Identificación de objetos, acciones y eventos	Obtener una lista de clientes potenciales a partir de otras organizaciones	RC	0.62	1.36	6	1.3
Explicar el significado de información a otras personas	Responder preguntas de clientes sobre productos	NRA	0.51	1.76	6	1.7
Ventas o ejercer influencia	Contactar potenciales clientes telefónicamente para vender productos u obtener donaciones	NRI	0.89	1.73	2	1.6
	Contactar potenciales clientes por teléfono o por correo para hacer un seguimiento de una potencial venta			1.52		

Notas: la tabla ejemplifica algunas de las actividades para la ocupación “Telemarketer”. El total de actividades es 41 y son las mismas para todas las ocupaciones. Las tareas varían por ocupación, así como su importancia y frecuencia. La columna “Clasificación” refleja el grado de rutinización y es análoga a Spitz-Oener (2006) y Autor y Dorn (2013).

deben tener un mayor peso dentro del índice, respecto a actividades de segundo orden o accesorias. Por otro lado, los valores de frecuencia nos permiten conocer qué tan repetitiva son las tareas asociadas a cada ocupación, lo cual resulta una dimensión clave para entender el grado de automatización potencial de las mismas. Sin embargo debe notarse que por más frecuentemente que se realice una actividad es necesario diferenciar si por su naturaleza esta resulta automatizable o no. Para ilustrarlo más claramente: un médico podría de manera muy frecuente atender y visitar a sus pacientes, pero esto no lo convierte en una actividad factible de ser automatizada, ya que demanda de interacción personal y de un criterio crítico asociado a la toma de decisiones. Por el contrario un trabajador en una fábrica que realiza con alta frecuencia el mismo movimiento determinado y específico, lleva a cabo una actividad que sí es factible de ser automatizada. Por lo tanto, la naturaleza de la actividad resulta decisiva para entender si es potencialmente automatizable y si la frecuencia con que se desarrolla es una dimensión relevante.

Para operativizar esta lógica en un índice que refleje el grado de exposición a los procesos de automatización, utilizamos un índice aditivo que es creciente en la importancia (W) y la frecuencia (F) de actividades rutinarias y decreciente en la importancia de actividades no rutinarias (sean analíticas, interactivas o manuales). Para las actividades no rutinarias se supone entonces que, aun cuando se realicen con alta frecuencia por su naturaleza no son automatizables, por lo que toman un valor de 1 y no agregan información al índice. El índice se define como

$$IRT_j = \sum_{i \in \{RM, RC\}} \omega_{ij} * F_{ij} - \sum_{i \in \{NRM, NRA, NRI\}} \omega_{ij},$$

donde j denota ocupación a 6 dígitos, e i denota actividad. Cuanto mayor sea la importancia de las actividades de naturaleza rutinarias y cuanto más frecuentes estas sean, mayor será el valor del índice. Por el contrario cuanto mayor peso tengan dentro de la ocupación las actividades de naturaleza no rutinaria, aun cuando estas se realicen de forma frecuente o no, menor será el índice. El índice es luego agregado a nivel de ocupación a 2 dígitos en base a un promedio simple y estandarizado entre 0 y 1 para mejor comparación con otros índices en la literatura.

Viabilidad de trabajo remoto

La clasificación de ocupaciones en viables o inviables de realizar remotamente está basada en una lista de actividades y contextos del trabajo mismo o del entorno de trabajo que indican incompatibilidad con trabajo remoto. La tabla A.2 presenta una lista de las actividades y contextos. Los individuos entrevistados por O*NET responden la importancia de cada actividad y la frecuencia con la que se da cada contexto de trabajo con valores discretos entre 1 y 5. Las categorías 4 y 5 corresponden a “importante” y “muy importante” y los contextos 4 y 5 a “frecuentemente” y “cotidianamente”. Para cada ocupación a 6 dígitos O*NET reporta el valor promedio de la importancia y frecuencia. Cuando una ocupación a 6 *dígitos* reporta un valor promedio de 4 o más en al menos una actividad o contexto la clasificamos como inviable de realizar de manera remota. Finalmente, para cada ocupación a 2 *dígitos* calculamos el porcentaje de ocupaciones a 6 dígitos que son inviables de realizar de manera remota. Cuando este porcentaje supera al 50 por ciento, definimos la ocupación a 2 dígitos como inviable de realizar de manera remota.

Tabla A.2. Ocupaciones y contextos de trabajo considerados en la clasificación de ocupaciones en viables o inviables de realizar de manera remota

<p>Actividades</p> <p>Asistir y cuidar a los demás Actuar o trabajar directamente con el público Realizar actividades físicas generales Operar vehículos, dispositivos mecanizados o equipos Manejo y movimiento manual de objetos</p>
<p>Contexto de trabajo</p> <p>Proximidad física Expuesta a quemaduras menores, cortes, mordeduras o picaduras Expuesta a enfermedad o infecciones Expuesto a contaminantes Uso de equipo de protección o seguridad común, como zapatos de seguridad, anteojos, guantes, protección auditiva, cascos o chalecos salvavidas Uso de equipos de protección o seguridad especializados, como aparatos de respiración, arneses de seguridad, trajes de protección total o protección contra la radiación. Al aire libre, expuesta al clima Al aire libre, bajo cubierta</p>

Nota: Elaboración propia

Riesgo de contagio por proximidad física

La clasificación de actividades de acuerdo a su riesgo de contagio por proximidad física está basada en un solo contexto de trabajo de O*NET: la proximidad física con otras personas. Los individuos entrevistados responden con un valor discreto entre 1 y 5 de acuerdo a la cercanía y contacto físico con otras personas durante el desempeño de su trabajo. Los valores corresponden a: (1) trabajo individual o lejano a otras personas; (2) trabajo con otras personas pero no cercano, por ejemplo una oficina privada; (3) trabajo con otras personas con cierta cercanía, por ejemplo oficinas compartidas, maestros, albañiles; (4) trabajo cercano, a distancia de un brazo (“arm’s length”), por ejemplo algunos comercios; (5) trabajo muy cercano, por ejemplo médicos y

enfermeros. Estos valores numéricos son promediados por O*NET de manera de que se obtiene una variable continua entre 0 y 5 para cada ocupación a 6 dígitos. A esta variable la promediamos a 2 dígitos de manera de obtener una medida para las ocupaciones armonizadas entre O*NET y las encuestas de hogares. Consideramos a las ocupaciones con índice mayor a 3.5 de alto riesgo de contagio, a las de índice entre 3 y 3.5 con riesgo medio, y a las de índice entre 0 y 3 con riesgo bajo.

Apéndice B: Tablas y figuras adicionales

Tabla B.1: Índice IRT y viabilidad de teletrabajo para cada ocupación

Ocupación	IRT	Trabajo Remoto
Operadores de instalaciones fijas y máquinas	1	0
Operarios y oficiales de procesamiento de alimentos, de la confección, ebanistas, otros artesanos y afines	0.90	0
Ensambladores	0.89	0
Ayudantes de preparación de alimentos	0.86	0
Peones de la minería, la construcción, la industria manufacturera y transporte	0.86	0
Empleados contables y encargados del registro de materiales	0.85	1
Trabajadores agropecuarios, pescadores, cazadores y recolectores de subsistencia	0.84	0
Trabajadores forestales calificados, pescadores y cazadores	0.80	0
Peones agropecuarios, pesqueros y forestales	0.79	0
Oficinistas	0.79	1
Oficiales y operarios de la metalurgia, la construcción mecánica y afines	0.78	0
Agricultores y trabajadores calificados de explotaciones agropecuarias	0.76	0
Artesanos y operarios de las artes gráficas	0.75	0
Otro personal de apoyo administrativo	0.73	1
Oficiales y operarios de la construcción excluyendo electricistas	0.71	0
Conductores de vehículos y operadores de equipos pesados móviles	0.71	0
Limpiadores y asistentes	0.71	0
Profesionales de nivel medio de la salud	0.70	0
Recolectores de desechos y otras ocupaciones elementales	0.69	0
Trabajadores de los cuidados personales	0.65	0
Empleados en trato directo con el público	0.64	0
Trabajadores especializados en electricidad y la electrotecnología	0.64	0
Vendedores	0.61	0
Vendedores ambulantes de servicios y afines	0.58	0
Profesionales de las ciencias y la ingeniería de nivel medio	0.57	0

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET. Ocupaciones a 2 dígitos, índice de rutinización de tareas (IRT), e indicador de viabilidad de teletrabajo.

Tabla B.1 (continuación)

Ocupación	IRT	Trabajo Remoto
Trabajadores de los servicios personales	0.52	0
Personal de los servicios de protección	0.47	0
Profesionales de nivel medio de servicios jurídicos, sociales, culturales	0.44	1
Profesionales de nivel medio en operaciones financieras y administrativas	0.44	1
Técnicos de la tecnología de la información y las comunicaciones	0.40	1
Profesionales de la salud	0.39	0
Profesionales de las ciencias y de la ingeniería	0.28	1
Profesionales en derecho, en ciencias sociales y culturales	0.25	1
Especialistas en organización de la administración pública y de empresas	0.22	1
Profesionales de la enseñanza	0.20	1
Gerentes de hoteles, restaurantes, comercios y otros servicios	0.16	0
Profesionales de tecnología de la información y las comunicaciones	0.09	1
Directores y gerentes de producción y operaciones	0.03	1
Directores administradores y comerciales	0.03	1
Directores ejecutivos, personal directivo de la administración pública y miembros del poder ejecutivo y de los cuerpos legislativos	0	1

Nota: continuación de la Tabla B.1

Tabla B.2: Riesgo de infecciones por proximidad física para cada ocupación

Ocupación	Categoría de riesgo
Trabajadores de los cuidados personales	Alto
Profesionales de la salud	Alto
Profesionales de nivel medio de la salud	Alto
Trabajadores de los servicios personales	Alto
Personal de los servicios de protección	Alto
Vendedores	Alto
Ayudantes de preparación de alimentos	Alto
Oficiales y operarios de la construcción excluyendo electricistas	Alto
Profesionales de nivel medio de servicios jurídicos, sociales, culturales y afines	Alto
Vendedores ambulantes de servicios y afines	Alto
Peones de la minería, la construcción, la industria manufacturera y el transporte	Alto
Trabajadores especializados en electricidad y la electrotecnología	Alto
Empleados en trato directo con el público	Alto
Otro personal de apoyo administrativo	Medio
Oficiales y operarios de la metalurgia, la construcción mecánica y afines	Medio
Operarios y oficiales de procesamiento de alimentos, de la confección, ebanistas, otros artesanos y afines	Medio
Gerentes de hoteles, restaurantes, comercios y otros servicios	Medio
Profesionales de las ciencias y la ingeniería de nivel medio	Medio
Recolectores de desechos y otras ocupaciones elementales	Medio
Profesionales de la enseñanza	Medio
Técnicos de la tecnología de la información y las comunicaciones	Medio
Conductores de vehículos y operadores de equipos pesados móviles	Medio
Ensambladores	Medio
Operadores de instalaciones fijas y máquinas	Medio

Fuente: Elaboración propia en base a O*NET. Ocupaciones a 2 dígitos, categoría de riesgo de contagio por proximidad física.

Tabla B.2 (continuación)

Ocupación	Categoría de riesgo
Profesionales en derecho, en ciencias sociales y culturales	Medio
Empleados contables y encargados del registro de materiales	Medio
Peones agropecuarios, pesqueros y forestales	Medio
Profesionales de nivel medio en operaciones financieras y administrativas	Medio
Oficinistas	Medio
Artesanos y operarios de las artes gráficas	Medio
Directores y gerentes de producción y operaciones	Medio
Limpiadores y asistentes	Medio
Directores ejecutivos, personal directivo de la administración pública y miembros del poder ejecutivo y de los cuerpos legislativos	Bajo
Trabajadores agropecuarios, pescadores, cazadores y recolectores de subsistencia	Bajo
Profesionales de tecnología de la información y las comunicaciones	Bajo
Especialistas en organización de la administración pública y de empresas	Bajo
Profesionales de las ciencias y de la ingeniería	Bajo
Directores administradores y comerciales	Bajo
Agricultores y trabajadores calificados de explotaciones agropecuarias con destino al mercado	Bajo
Trabajadores forestales calificados, pescadores y cazadores	Bajo

Nota: continuación de la Tabla B.2

Tabla B.3: Vulnerabilidad para cada ocupación

Ocupaciones	Vulnerabilidad
Directores ejecutivos, personal directivo de la administración pública y miembros del poder ejecutivo y de los cuerpos legislativos	0
Directores administradores y comerciales	0
Directores y gerentes de producción y operaciones	0
Gerentes de hoteles, restaurantes, comercios y otros servicios	0
Profesionales de las ciencias y de la ingeniería	0
Profesionales de la salud	0
Profesionales de la enseñanza	0
Especialistas en organización de la administración pública y de empresas	0
Profesionales de tecnología de la información y las comunicaciones	0
Profesionales en derecho, en ciencias sociales y culturales	0
Profesionales de las ciencias y la ingeniería de nivel medio	0
Profesionales de nivel medio en operaciones financieras y administrativas	0
Profesionales de nivel medio de servicios jurídicos, sociales, culturales y afines	0
Técnicos de la tecnología de la información y las comunicaciones	0
Oficinistas	0
Empleados en trato directo con el público	0
Empleados contables y encargados del registro de materiales	0
Otro personal de apoyo administrativo	0
Trabajadores de los servicios personales	0
Vendedores	0
Trabajadores de los cuidados personales	0
Personal de los servicios de protección	0
Agricultores y trabajadores calificados de explotaciones agropecuarias con destino al mercado	0
Trabajadores forestales calificados, pescadores y cazadores	0
Trabajadores agropecuarios, pescadores, cazadores y recolectores de subsistencia	0
Trabajadores especializados en electricidad y la electrotecnología	0
Vendedores ambulantes de servicios y afines	0

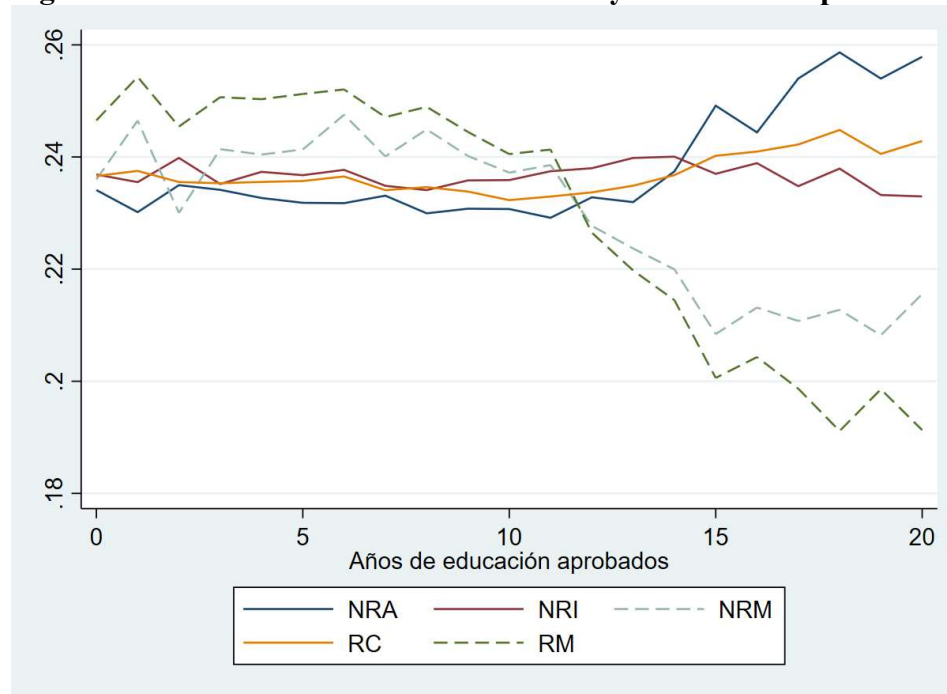
Fuente: Elaboración propia en base a O*NET. Ocupaciones a 2 dígitos, clasificación en vulnerables y no vulnerables.

Tabla B.3 (continuación)

Ocupaciones	Vulnerabilidad
Oficiales y operarios de la construcción excluyendo electricistas	1
Oficiales y operarios de la metalurgia, la construcción mecánica y afines	1
Artesanos y operarios de las artes gráficas	1
Trabajadores de los cuidados personales	1
Operarios y oficiales de procesamiento de alimentos, de la confección, ebanistas, otros artesanos y afines	1
Operadores de instalaciones fijas y máquinas	1
Ensambladores	1
Conductores de vehículos y operadores de equipos pesados móviles	1
Limpiadores y asistentes	1
Peones agropecuarios, pesqueros y forestales	1
Peones de la minería, la construcción, la industria manufacturera y el transporte	1
Ayudantes de preparación de alimentos	1
Profesionales de nivel medio de la salud	1
Recolectores de desechos y otras ocupaciones elementales	1

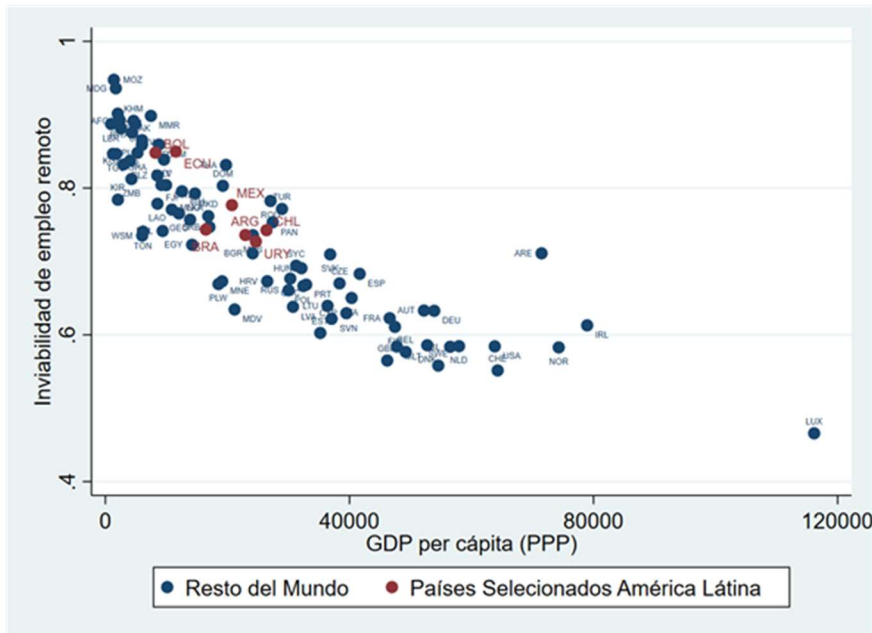
Nota: continuación de la Tabla B.3

Figura B.1: Frecuencia de tareas rutinarias y no rutinarias por nivel de educación



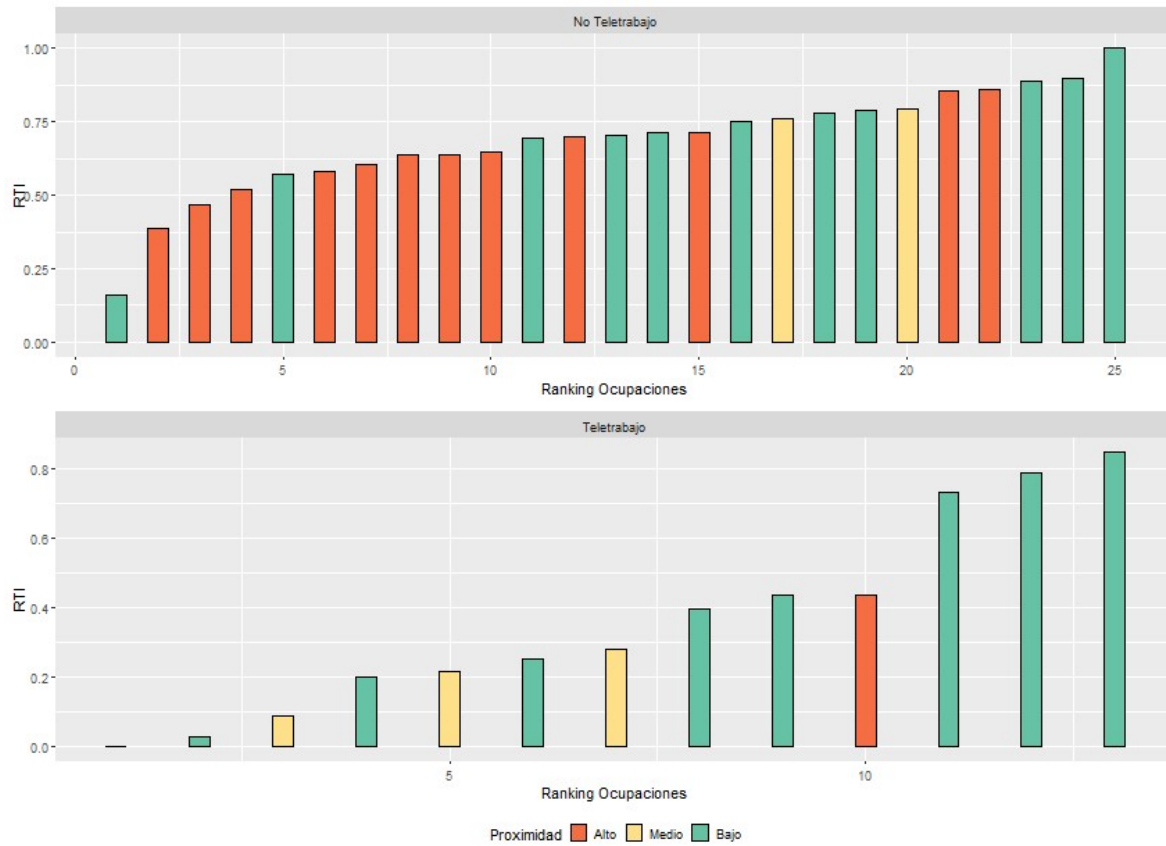
Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El eje horizontal muestra años de educación. El eje vertical muestra la frecuencia normalizada que se utiliza en el cálculo del índice IRT, promediada para cada una de las 5 categorías de tareas: (1) Rutinaria Manual (RM), (2) Rutinaria Cognitiva (RC), (3) No rutinaria manual (NRM), (4) No rutinaria analítica (NRA), (5) No rutinaria interpersonal (NRI) e imputadas a los trabajadores de las encuestas de hogares de acuerdo a su ocupación.

Figura B.2: Trabajo remoto inviable y PBI per cápita



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Dingel y Neiman (2020), O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. El eje horizontal reporta el PBI per cápita. El eje vertical reporta el porcentaje de empleos que son incompatibles con trabajo remoto.

Figura B.3: Correlación entre los factores de riesgo



Fuente: Elaboración propia en base a O*NET y microdatos de encuestas de hogares nacionales. Las barras corresponden a las distintas ocupaciones. En el panel superior se grafican las ocupaciones que no son viables de realizar de manera remota, mientras que las ocupaciones del panel inferior sí son viables de realizar por teletrabajo. La variable en el eje vertical es el índice de rutinización de tareas (IRT). Las ocupaciones están ordenadas de acuerdo al IRT. Los colores de las barras corresponden a la categoría de proximidad física: rojo=alto, amarillo=medio, verde=bajo.