

El cambio tecnológico y las tendencias del mercado laboral en América Latina y el Caribe: un análisis basado en las tareas

Ignacio Apella y Gonzalo Zunino

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar cómo ha evolucionado el perfil del empleo en los países de América Latina y el Caribe según las tareas que los trabajadores desempeñan en sus ocupaciones. El presente análisis tiene por objeto estimar el impacto del cambio tecnológico en el mercado laboral, y en él se emplean las definiciones de un indicador que permite captar la importancia relativa de cuatro tipos de tareas, a saber, las cognitivas, las manuales, las rutinarias y las no rutinarias, a partir de los datos de la red de información ocupacional (O*NET) y de las encuestas de hogares. El análisis permite concluir que en los dos últimos decenios ha aumentado la demanda de trabajadores en ocupaciones en que se hace un uso intensivo de las capacidades cognitivas, que ofrecen una remuneración superior a la que brindan las ocupaciones que son intensivas en tareas manuales. Las competencias cognitivas son, por tanto, una variable fundamental a la hora de fomentar la participación en los mercados laborales de la actualidad y del futuro.

Palabras clave

Cambio tecnológico, empleo, mercado de trabajo, productividad del trabajo, calificaciones ocupacionales, trabajadores calificados, trabajadores no calificados, análisis de puestos, América Latina y el Caribe

Clasificación JEL

J01, J22, J24

Autores

Ignacio Apella es economista de la Práctica Global de Protección Social y Trabajo en América Latina y el Caribe del Banco Mundial. Correo electrónico: iapella@worldbank.org.

Gonzalo Zunino es investigador y director del Centro de Investigaciones Económicas (CINVE) del Uruguay. Correo electrónico: gzunino@cinve.org.uy.

I. Introducción¹

El cambio tecnológico, como los avances en las tecnologías digitales, las comunicaciones y la robótica, puede llevar a que aumente el bienestar general de la población y a que se reduzca la pobreza, gracias a la mayor productividad global de la economía.

Los beneficios que el progreso tecnológico puede ofrecer son importantes tanto para las empresas como para los consumidores. Las tecnologías digitales, por ejemplo, pueden crear puestos de trabajo y aportar beneficios a los pequeños y medianos productores al ampliar el acceso a los mecanismos de información y comunicación, sobre todo en los sectores que podrían ser, o ya son, usuarios de esas tecnologías. Un ejemplo de ello podría ser la creación de plataformas comerciales conectadas a través de Internet, mediante las cuales los compradores y vendedores se pueden poner en contacto pagando un costo mínimo por transacción.

Desde el punto de vista de los consumidores, los beneficios del cambio tecnológico están asociados a la posible reducción de los precios finales de los productos. Esa posible reducción es consecuencia de las ganancias que brindan la mayor eficiencia y la gama más amplia de bienes y servicios disponibles, lo que da lugar a un cambio positivo en el excedente del consumidor. La mayor parte de los beneficios que obtienen los consumidores provienen de la disminución del costo marginal de producción y distribución que se logra cuando el sector productivo incorpora la innovación tecnológica, automatiza los procesos de producción y aprovecha las economías de escala que se crean².

Sin embargo, en la literatura se han analizado con preocupación las posibles consecuencias negativas del rápido cambio tecnológico.

Por un lado, el progreso técnico, en particular el avance de la robótica, hace que algunas actividades corran un gran riesgo de quedar obsoletas, ya que las tareas rutinarias, por ejemplo, o las que un programa informático puede sustituir, se pueden automatizar con facilidad, y eso da lugar a lo que en general se conoce como desempleo tecnológico.

En varios estudios últimamente se ha llamado la atención sobre las repercusiones que el reciente proceso de cambio tecnológico podría tener en el mercado laboral (Brynjolfsson y McAfee, 2014; Autor, Levy y Murnane, 2003; Spitz-Oener, 2006; Acemoglu y Autor, 2011; Frey y Osborne, 2013; OCDE, 2016; Arntz, Gregory y Zierahn, 2016; Nedelkoska y Quintini, 2018). En particular, en este grupo de estudios no solo se analiza la posibilidad de que el cambio tecnológico pueda desplazar muchas ocupaciones actuales (Frey y Osborne, 2013; Brynjolfsson y McAfee, 2014; OCDE, 2016; Arntz, Gregory y Zierahn, 2016; Nedelkoska and Quintini, 2018), sino que se examina en detalle el tipo de tareas que tienen más probabilidades de verse afectadas por este desplazamiento y, por otra parte, el tipo de tareas que podrían ser cada vez más demandadas gracias a las nuevas tecnologías (Autor, Levy y Murnane, 2003; Spitz-Oener, 2006; Acemoglu y Autor, 2011; Arntz, Gregory y Zierahn, 2016; Nedelkoska y Quintini, 2018). Esta forma de analizar el efecto del cambio tecnológico en los mercados laborales suele denominarse *task content approach*, expresión que hace referencia a un análisis basado en las tareas.

En la literatura anterior referida al análisis basado en las tareas se afirma que las ocupaciones intensivas en tareas cognitivas, sobre todo en tareas cognitivas no rutinarias, no solo serán objeto de un menor desplazamiento tecnológico, sino que en realidad se verán estimuladas por él (Autor, Levy y Murnane, 2003; Spitz-Oener, 2006; Acemoglu y Autor, 2011; Keister y Lewandowski, 2016). Por

¹ Este artículo es una extensión de un trabajo anterior, I. Apella y G. Zunino, "Technological change and the labor market in Argentina and Uruguay: a task content analysis", *Policy Research Working Paper*, N° 8215, Washington D. C., Banco Mundial, 2017.

² Sin embargo, para que una mejora tecnológica se traslade a los precios finales debe haber un cierto grado de competencia en el mercado. En los mercados en que hay una gran concentración, los beneficios de la eficiencia se trasladan al margen de beneficio de las empresas.

consiguiente, el empleo al que las personas podrán acceder y la productividad del trabajo dependerán cada vez más de la capacidad de los trabajadores para realizar tareas cognitivas.

Al mismo tiempo, y en relación con este tipo de análisis, en varios estudios anteriores se ha advertido que la incorporación de mecanismos automatizados de producción y los avances en la comunicación digital suponen un riesgo para el mercado de trabajo, no tanto por el desempleo tecnológico, sino por su incidencia en la distribución, que podría agravar la desigualdad.

En efecto, la automatización de ciertas tareas, sobre todo de las rutinarias, podría cambiar la estructura del empleo y aumentar el peso de dos grandes grupos de trabajadores: uno muy calificado y productivo, que obtiene ingresos elevados y trabaja en ocupaciones intensivas en tareas cognitivas no rutinarias, y uno poco calificado, que obtiene ingresos bajos y que se verá relegado a ocupaciones de escasa productividad que son intensivas en tareas manuales no rutinarias. Al parecer, el cambio está llevando a que disminuya la demanda del trabajo que llevan a cabo los trabajadores con niveles medios de calificación e ingresos, que suelen desempeñar tareas rutinarias, ya sean manuales o cognitivas. En varios estudios se describe este proceso de polarización del empleo en las economías desarrolladas (Acemoglu y Autor, 2011; Autor y Dorn, 2013; Goos y Manning, 2007; Goos, Manning y Salomons, 2014; Bussolo, Torre y Winkler, 2018).

Las consecuencias de este proceso se distribuirán de forma diferente según que las máquinas sean capaces de sustituir solo el trabajo no calificado, el calificado o todo el trabajo. En cualquier caso, la nueva situación supone un reto y exige invertir más en la fuerza de trabajo si se quieren aprovechar las ventajas que ofrece el cambio tecnológico. En otras palabras, hay que aumentar la productividad de los trabajadores incrementando su capital humano para que puedan adaptarse a las nuevas formas de producción. Los beneficios de usar las nuevas tecnologías de producción no sobrevendrán de forma automática. No solo hay que mejorar el acceso a los servicios de información y a la comunicación digital, sino que hay que modernizar el sistema educativo y la formación continua para que la fuerza de trabajo adquiera nuevas competencias básicas.

Desde la perspectiva de quienes son responsables de formular las políticas en los países emergentes, una de las principales limitaciones de la literatura anterior es que la mayoría de los estudios sobre el efecto que el cambio tecnológico podría tener en los mercados laborales se refieren a los países desarrollados: los datos correspondientes a los países emergentes, y en particular a América Latina y el Caribe, son mucho más limitados.

Los países emergentes y los desarrollados tienen características distintas, y eso podría dar lugar a que el progreso tecnológico y el perfil de las tareas de los mercados laborales evolucionaran de forma diferente. Las estructuras económicas y las especializaciones difieren entre un grupo de países y el otro. Los países emergentes se caracterizan por ofrecer salarios más bajos, lo que lleva a que haya menos incentivos para la automatización que en los países desarrollados. Además, los países emergentes suelen obtener peores resultados en las pruebas comparativas de aptitudes cognitivas, lo que podría suponer una limitación en el esfuerzo por hacer evolucionar la oferta de trabajo hacia un perfil de tareas más intensivo en tareas cognitivas³.

Así pues, los hechos estilizados obtenidos en relación con los países desarrollados no son necesariamente válidos para los países emergentes, y se plantea la siguiente pregunta: ¿en los países emergentes el cambio tecnológico también está dando lugar a una creciente demanda de trabajadores con capacidades cognitivas? Este documento tiene por objeto aportar algunos elementos para responder esta pregunta a partir de los datos de América Latina y el Caribe correspondientes a los dos últimos decenios.

³ Véanse, por ejemplo, las brechas que se han observado entre los países emergentes y los desarrollados en cuanto a las habilidades cognitivas en la prueba del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) (OCDE, 2015) y la encuesta del Programa para la Evaluación Internacional de las Competencias de los Adultos (PIAAC) (OCDE, 2013).

Con ese fin, en el documento se examinará cómo ha evolucionado el nivel de empleo según el tipo de tareas que los trabajadores realizan en sus ocupaciones, con el propósito de determinar de forma aproximada el efecto que el cambio tecnológico podría tener en la demanda de trabajo e iniciar un debate sobre las políticas públicas que se podrían aplicar en respuesta a ese reto. Para ello, la metodología basada en las tareas propuesta por Acemoglu y Autor (2011) se aplicará a un conjunto de nueve países de América Latina y el Caribe: Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, El Salvador, México, Perú, República Dominicana y Uruguay. Se considera que estos países representan muy bien las diferentes características de toda la región.

En este documento se aportan nuevas pruebas de que los mercados laborales de los países de América Latina y el Caribe no están exentos del proceso descrito. Durante los últimos 20 años, la fuerza de trabajo de la región ha pasado de desempeñar ocupaciones más manuales a desempeñar ocupaciones más intensivas en tareas cognitivas. Esto permite afirmar que, si se considera el promedio de todo el mercado, las ocupaciones se están modificando y, con ellas, el tipo de competencias y de trabajadores que se necesitan. Este fenómeno es característico de los procesos de cambio de las funciones de producción de las economías, en particular de la adopción de nuevas tecnologías, como la robótica, que permiten sustituir el trabajo manual en algunas tareas.

El documento está estructurado de la manera que se explica a continuación. En la siguiente sección se examina el marco teórico en que se analiza la relación entre el cambio tecnológico y la tasa de sustitución de los factores de producción. En la sección III se presenta la metodología y la información utilizadas. En la sección IV se analizan los principales resultados obtenidos en relación con un conjunto de nueve países de América Latina y el Caribe. En la sección V se examinan los retos que estas tendencias suponen para las políticas públicas. Por último, en la sección VI se exponen algunas reflexiones finales.

II. Marco teórico

El impacto del progreso tecnológico en el desempeño de los mercados laborales se ha analizado ampliamente en la literatura (Autor, Levy y Murnane, 2003 y 2013; Frey y Osborne, 2013, entre otros). Allí se sugiere que ese progreso lleva a que se reduzca el nivel de empleo en las ocupaciones intensivas en tareas rutinarias, es decir, en las ocupaciones que consisten principalmente en tareas en que se aplican procedimientos bien definidos que se pueden llevar a cabo con facilidad empleando algún tipo de algoritmo. No solo el progreso tecnológico en sí mismo, sino también el hecho de que se reduzca el costo de acceder a las nuevas tecnologías de producción, dan lugar a la posibilidad de que unas máquinas administradas por un sistema informatizado desplacen a una parte de la fuerza de trabajo. Por consiguiente, el cambio tecnológico, y en particular el avance de la robótica, podría dar lugar a un aumento del desempleo tecnológico.

Frey y Osborne (2013) distinguen entre las ocupaciones que corren un riesgo alto, medio y bajo de automatización, y sostiene que cerca del 47% del trabajo en los Estados Unidos puede clasificarse como de riesgo alto. Por su parte, el Banco Mundial (2016) estima que, en promedio, un 50% del trabajo actual en América Latina podría dejar de ser realizado por personas en el futuro.

Sin embargo, no todas las ocupaciones se pueden automatizar. El análisis de este fenómeno supone diferenciar las ocupaciones, no por el nivel de calificación o de competencias que exigen, como podría pensarse, sino por la combinación de tareas que implican. Este marco de análisis, que se basa en las tareas, fue propuesto por Autor, Levy y Murnane (2003) y Acemoglu y Autor (2011), entre otros. Según estos autores, las tareas no son lo mismo que las competencias de las que está dotado un trabajador, aunque ambos conceptos están estrechamente relacionados. Mientras que las competencias están vinculadas a los trabajadores, las tareas están vinculadas a las ocupaciones.

En concreto, una tarea se define como una actividad que permite crear un producto (Acemoglu y Autor, 2011). Sin embargo, los trabajadores necesitan una serie de competencias para poder llevar a cabo las tareas. Por ejemplo, un arquitecto necesita excelentes competencias numéricas y matemáticas para realizar tareas cognitivas que no suelen ser rutinarias, como diseñar y crear planos. Las competencias pueden entenderse como la capacidad de los trabajadores para realizar determinadas tareas.

Las tareas pueden clasificarse en dos grandes categorías: rutinarias y no rutinarias. Una tarea es rutinaria si su realización implica un conjunto claro y repetitivo de acciones invariables. Muchas tareas tienen esas características, por ejemplo, controlar la temperatura en una línea de producción de acero o trasladar la pieza de un automóvil a su lugar en la línea de montaje. Como estas tareas requieren la repetición metódica de un procedimiento invariable, se pueden indicar con claridad en un programa informático y una máquina las puede ejecutar.

Una tarea no rutinaria, en cambio, supone una serie de acciones que varían en el tiempo y exige que las personas que las realizan tengan la capacidad de adaptarse al contexto utilizando el lenguaje, el reconocimiento visual y la interacción social, entre otras cosas. Como dice Polanyi (1966), estas son las habilidades que hacen que un chofer no pueda ser reemplazado por completo, que el conocimiento que una persona tiene sobre su propio cuerpo difiera totalmente del que tiene sobre fisiología, y que las reglas de la rima y la prosa no expliquen por sí mismas lo que un poema transmite. Así, el desplazamiento de un coche entre el tráfico de una ciudad y la escritura de un poema entran en la categoría de tareas no rutinarias, ya que requieren capacidades de procesamiento visual, socioemocional y motor que no pueden describirse en un conjunto de reglas programables.

Al mismo tiempo, las tareas de cada una de estas dos categorías pueden ser de naturaleza manual o cognitiva, es decir, pueden estar relacionadas con el trabajo físico o con el conocimiento. De esta manera se pueden establecer cuatro categorías principales de tareas:

- i) Tareas manuales rutinarias, que por lo general son realizadas por trabajadores medianamente calificados o poco calificados. Estas tareas son muy pasibles de ser expresadas en un programa informático y de ser sustituidas por la automatización, y entre los ejemplos de quienes las realizan se encuentran los trabajadores de las cadenas de montaje y los trabajadores manuales de las fábricas.
- ii) Tareas manuales no rutinarias, que suelen ser realizadas por trabajadores poco calificados. Para llevar a cabo estas tareas hay que ser capaz de adaptarse a las situaciones y utilizar el lenguaje, el reconocimiento visual o la interacción social. Los choferes y el personal de la minería y la construcción son ejemplos de trabajadores que realizan este tipo de tareas de forma intensiva. La probabilidad de que estas tareas sean informatizadas es baja o nula, aunque Frey y Osborne (2013) han sugerido que algunas de ellas, como el transporte y la logística, y el apoyo administrativo, corren el riesgo de ser automatizadas.
- iii) Tareas cognitivas rutinarias, que son realizadas por trabajadores medianamente calificados. Las computadoras pueden ser un factor de sustitución en algunas ocupaciones más que en otras, concretamente en las que implican conjuntos de actividades explícitas y repetidas que pueden codificarse en un programa informático. Las tareas que realizan las secretarías, los vendedores, el personal administrativo y los cajeros de los bancos, entre otros, pertenecen a este grupo.
- iv) Tareas cognitivas no rutinarias, que por lo general son realizadas por trabajadores muy calificados. Estas tareas, que suelen dividirse en dos grandes subcategorías (análisis y relaciones personales), exigen pensamiento abstracto, creatividad, capacidad para resolver problemas y habilidades de comunicación. Las computadoras pueden complementar la realización de estas tareas y aumentar la productividad de los trabajadores calificados. Las personas que realizan estas tareas suelen ser profesionales, por ejemplo, administradores, diseñadores, ingenieros o especialistas en tecnologías de la información, profesores e investigadores, entre otros.

Todas las ocupaciones suponen realizar, con mayor o menor intensidad, una de las tareas descritas o una combinación ellas. La intensidad de las tareas parece variar mucho entre las distintas ocupaciones. Por ejemplo, los choferes de automóviles realizan tareas manuales no rutinarias la mayor parte del tiempo, pero también llevan a cabo tareas personales cognitivas no rutinarias y rutinarias. Los científicos, en cambio, pasan la mayor parte del tiempo realizando tareas cognitivas no rutinarias, pero también hacen tareas cognitivas o manuales rutinarias, o ambas, con una frecuencia menor.

A medida que el costo de acceder a las nuevas tecnologías disminuya, las máquinas controladas por computadora podrían sustituir a los trabajadores que realizan más que nada tareas rutinarias, sobre todo manuales. El fenómeno no es nuevo, ya que dicha sustitución viene ocurriendo desde la primera revolución industrial, pero la revolución tecnológica ha ocurrido de tal manera que las máquinas pueden realizar tareas cognitivas que hace unos decenios solo realizaban las personas. Como señala Bresnahan (1999), durante los tres últimos decenios las computadoras han realizado cada vez más tareas que suponen calcular y coordinar actividades y comunicaciones, y han asumido el trabajo de los cajeros de los bancos, los telefonistas y otros ejecutantes de tareas repetitivas en que se procesa información.

Por otro lado, la capacidad de las computadoras para sustituir a los trabajadores empleados para realizar tareas cognitivas es limitada. Las combinaciones de tareas que exigen flexibilidad, creatividad, capacidad para resolver problemas y habilidades de comunicación (tareas cognitivas no rutinarias) son menos susceptibles de ser automatizadas, ya que la necesidad de producir una serie de instrucciones explícitamente programadas limita esta posibilidad.

La tecnología informática es más adecuada para sustituir a los trabajadores que realizan tareas rutinarias que a los que realizan tareas que no lo son, pero puede ser un factor que complemente la ejecución de tareas no rutinarias y puede aumentar la productividad marginal. Por poner un ejemplo, la posibilidad de utilizar un programa de búsqueda bibliográfica en una computadora en red aumenta la eficiencia de los investigadores que utilizan esas referencias como insumo y mejora la calidad de lo que producen.

Las máquinas no pueden realizar todas las tareas, y se ha hallado que las decisiones que se toman en el sector de la producción sobre la manera óptima de combinar los factores de producción son impulsadas no solo por la flexibilidad con que un factor se puede sustituir por otro, sino también por los precios relativos de estos. El modelo sencillo que plantearon Autor, Levy y Murnane (2003) y Frey y Osborne (2013) permite formalizar estas decisiones.

Supongamos la siguiente función de producción de Cobb-Douglas relativa al trabajo y el capital:

$$Q = (L_r + k)^{1-\beta} L_n^\beta \quad (1)$$

donde L_r y k son el trabajo que se debe realizar en tareas susceptibles de automatización y el capital que se puede obtener a partir de esas tareas, respectivamente. Los dos factores son sustitutos perfectos. L_n representa el valor que el trabajo debe tener para que las tareas no sean susceptibles de automatización. Suponiendo que el precio del producto es el numerario, y que w_r , ρ y w_n son el salario del trabajo automatizable, el precio del capital y el salario del trabajo complementario, respectivamente, de las condiciones de primer orden, obtenemos la siguiente expresión:

$$PMg_{L_r} = PMg_k = (1 - \beta) \frac{(L_r + k)^{-\beta}}{L_n^{-\beta}} = w_r = \rho \quad (2)$$

donde PMg_{L_r} es el producto marginal del trabajo en las tareas rutinarias, PMg_k es el producto marginal del capital y $\theta = \frac{(L_r + k)}{L_n}$ es la relación entre las tareas susceptibles y no susceptibles de ser automatizadas en la función de producción. La condición óptima exige que los coeficientes de productividad marginal de los factores y los precios relativos sean iguales:

$$\frac{PMg_{Lr}}{PMg_k} = 1 = \frac{w_r}{\rho} \quad (3)$$

Esto supone una reducción del precio del capital, ρ , que implica que el coeficiente de sustitución técnica sea menor que los precios relativos, lo que anima a la empresa a reasignar los factores de producción en busca de la eficiencia económica y a sustituir el trabajo por el capital⁴.

De conformidad con el análisis que Goos y Manning (2007) hicieron con respecto al caso de Gran Bretaña, es posible observar una tendencia hacia la polarización del mercado laboral, a saber, un crecimiento del trabajo cognitivo en que se obtienen ingresos elevados y de las ocupaciones manuales que suponen ingresos bajos, acompañado de una reducción de las tareas rutinarias que permiten obtener ingresos medios. La caída del precio de los equipos informáticos está llevando a que aumente la productividad relativa de las habilidades para resolver problemas, lo que explica el crecimiento de las ocupaciones en que una fuerza de trabajo calificada debe llevar a cabo tareas cognitivas (Katz y Murphy, 1992; Acemoglu, 2002).

III. Metodología y fuentes de información

Para llevar a cabo este análisis se utilizó la información disponible en la base de datos de la red de información ocupacional (O*NET), junto con las encuestas de hogares. La base de datos proporciona información sobre las tareas que se desempeñan en las ocupaciones. Los datos de O*NET se recogen en los Estados Unidos mediante el Sistema de Clasificación Ocupacional Uniforme: desde 2003 se ha recopilado información correspondiente a unas 1.000 ocupaciones y se llevan a cabo actualizaciones periódicas⁵.

De conformidad con el trabajo de Acemoglu y Autor (2011), se utilizan dos conjuntos de datos de O*NET: las actividades laborales y el contexto laboral. Cada uno de ellos contiene descriptores destinados a medir la importancia, el nivel o el alcance de la actividad en una escala. A los efectos del presente trabajo se utilizan los datos de O*NET de 2003 y 2015 para captar cómo se ha modificado el contenido de las tareas que se desempeñan en cada ocupación a lo largo del tiempo.

Para estimar el contenido de las tareas que se llevan a cabo en las diferentes ocupaciones, los elementos de las tareas que se proporcionan en O*NET se asignan a las ocupaciones de cuatro dígitos correspondientes de la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO). Los resultados se combinan con los datos individuales de la población activa procedentes de las encuestas de hogares. En general, cada país tiene una versión propia de la CIUO; en los casos en que se utiliza una clasificación nacional, se aplican los equivalentes de la CIUO. En O*NET, por su parte, se utiliza una versión modificada de la Clasificación Ocupacional Uniforme (O*NET-SOC). Se emplea un cuadro de equivalencias entre estas dos clasificaciones para poder asociar los atributos adecuados de las ocupaciones con los datos de la encuesta de hogares.

En muchos casos, los cuadros de equivalencias no ofrecen una correspondencia unívoca entre las categorías ocupacionales de O*NET y las encuestas de hogares. En esos casos se aplicó la estrategia que emplearon Hardy, Keister y Lewandowski (2015). Se pueden señalar cuatro situaciones.

⁴ En el caso de las funciones de producción aditivas, el único efecto ante una fluctuación brusca exógena de los precios es el efecto de sustitución.

⁵ O*NET es la sucesora del Diccionario de Títulos Ocupacionales (DOT), que ya no se actualiza. O*NET se puso en marcha en 1998 sobre la base de los códigos de las estadísticas de empleo y salarios de la Oficina de Estadísticas Laborales (BLS). En 2003 se pasó al Sistema de Clasificación Ocupacional Uniforme, lo que significa que desde ese año se han calculado medidas uniformes de las tareas.

La primera situación se da cuando un código ocupacional perteneciente a la clasificación O*NET se corresponde con un solo código ocupacional de la clasificación a la que se lo ha de asignar. En ese caso, las características del código de O*NET se atribuyen directamente a la clasificación de la encuesta de hogares.

En la segunda situación, un código de la clasificación O*NET corresponde a más de un código de la clasificación a la que se lo ha de asignar. En ese caso, las características del código de la primera clasificación se atribuyen a todas las ocupaciones de la segunda.

En la tercera situación, varios códigos de la clasificación original se corresponden con un único código de la clasificación a la que se los ha de asignar. En ese caso, el valor promedio de las características asociadas a los códigos de la clasificación original se atribuye a ese último código.

La última situación se da cuando varios códigos de la clasificación original se corresponden con varios códigos de la clasificación a la que se los ha de asignar. En ese caso, una vez más se atribuye a cada código de la clasificación de destino el valor promedio de las características asociadas a los códigos pertinentes de la clasificación original.

Una vez realizada la asignación, y de conformidad con lo indicado por Acemoglu y Autor (2011) y Hardy, Keister y Lewandowski (2015), se construyeron cinco medidas para determinar el contenido o la intensidad de las principales tareas asociadas a las ocupaciones: cognitiva no rutinaria analítica, cognitiva no rutinaria interpersonal, cognitiva rutinaria, manual rutinaria y manual no rutinaria. Estas medidas se basan en los atributos de las actividades que cada ocupación supone. Se seleccionaron los atributos (elementos) representativos de cada tarea, que se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1
Construcción de las medidas del contenido de las tareas

Tarea	Elementos de la tarea (<i>t</i>)
Cognitiva no rutinaria analítica	Análisis de la información Pensamiento creativo Interpretación de la información para terceros
Cognitiva no rutinaria interpersonal	Establecimiento de relaciones personales Liderazgo, gestión y motivación del personal Formación y desarrollo de terceros
Cognitiva rutinaria	Repetición de las mismas tareas La exactitud o precisión es importante El trabajo es muy estructurado
Manual no rutinaria	Manejo de vehículos o maquinaria Uso de las manos para manipular, controlar o tocar objetos Destreza manual Orientación espacial
Manual rutinaria	Velocidad determinada por la del equipo utilizado Control de maquinaria o procesos Movimientos repetitivos

Fuente: D. Acemoglu y D. Autor, "Skills, task and technologies: implications for employment and earning", *Handbook of labor economics, volume 4, part B*, D. Card y O. Ashenfelter (eds.), Ámsterdam, Elsevier, 2011.

El primer paso para construir los cinco índices de intensidad de las tareas consiste en normalizar cada uno de los 16 indicadores (*t*) que se tomaron de O*NET y se adscribieron a las ocupaciones que las personas declararon en las encuestas de hogares, de modo que cada uno de estos indicadores tome un valor de cero para el trabajador promedio del período en cada país. En concreto, los valores de cada elemento *t* se normalizan para que la información sea comparable a lo largo del tiempo, y eso se lleva a cabo mediante la siguiente fórmula:

$$\forall j \in J t_{i,j}^{std} = \frac{t_i - \mu_j}{\delta_i} \quad (4)$$

donde J es la combinación de los 16 indicadores de las tareas enumeradas en el cuadro 1 en relación con la ocupación i , y μ_j y δ_j representan, respectivamente, el promedio ponderado y la desviación estándar de la tarea j en todo el período comprendido desde alrededor de 1995 hasta alrededor de 2015⁶. El cálculo se lleva a cabo de la siguiente manera:

$$\forall j \in J \mu_j = \frac{\sum_i^N t_{ij} w_i}{\sum_i^N w_i} \quad (5)$$

$$\forall j \in J \delta_j = \left(\frac{\sum_i^N w_i (t_{ij} - \mu_j)^2}{\sum_i^N w_i} \right)^{1/2} \quad (6)$$

donde w_i es la ponderación relativa que se atribuye a la ocupación i .

Después, para construir las cinco medidas de intensidad de cada tarea se suman todos los elementos de cada grupo de tareas y se vuelve a normalizar cada una de las cinco medidas de intensidad. De este modo, cada una de las medidas toma un valor de cero para el trabajador promedio del período en cada país. La normalización se lleva a cabo respecto de cada país. De este modo, el valor concreto de cada índice de intensidad de las tareas en un país y un período determinados muestra cómo ha evolucionado ese índice respecto del trabajador promedio a lo largo de todo el período en el país en cuestión. Cabe señalar que estas medidas no permiten comparar la intensidad de las tareas entre un país y otro, ya que cada país tiene un índice específico basado en su propio trabajador promedio en el período analizado.

Una importante limitación de la metodología aplicada surge de que la información de O*NET que se utiliza para determinar el perfil de tareas de cada ocupación se basa en encuestas realizadas en los Estados Unidos: en los países emergentes, que tienen un nivel diferente de capital por trabajador, el perfil de tareas de una ocupación podría ser diferente del que se observa en los Estados Unidos.

IV. Resultados empíricos

1. La importancia relativa de las tareas

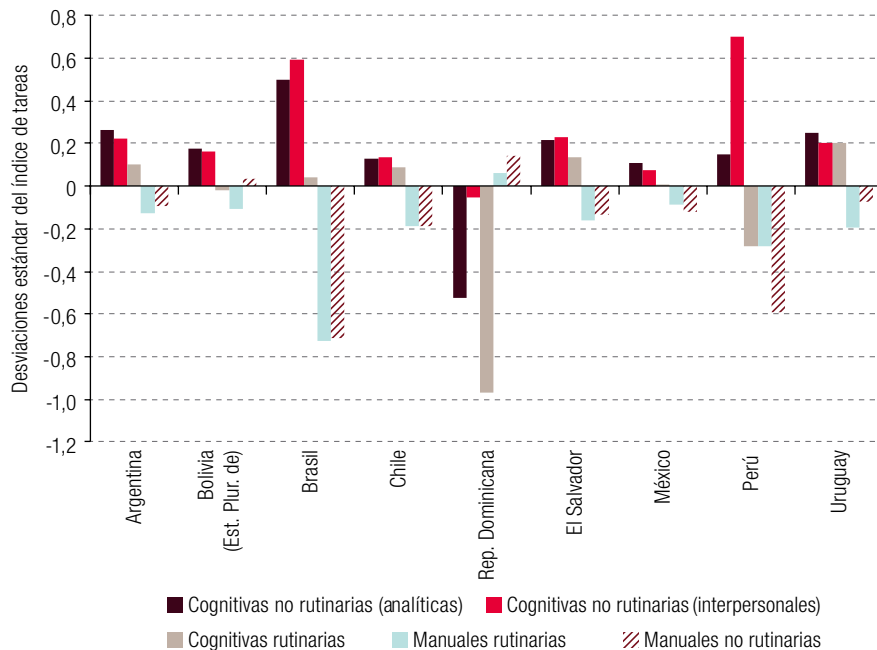
En esta sección se presentan los resultados empíricos relativos a cómo se modificaron las tareas que se llevaban a cabo en el transcurso del empleo promedio de los países seleccionados entre mediados de la década de 1990 y mediados de la década de 2010. El objetivo es identificar no solo las modificaciones, sino también los factores que las provocaron y los efectos que tuvieron en la distribución salarial.

En el gráfico 1 se muestra cómo se modificó el contenido de cada tipo de tarea en el empleo promedio de cada país entre mediados de la década de 1990 y mediados de la década de 2010.

Cuando se observan los años de inicio y finalización en cada uno de los países, se aprecia una clara tendencia común a la modificación del perfil del empleo promedio de la región, aunque con algunas diferencias que hay que destacar.

⁶ El período concreto de análisis se determinó según los datos que había disponibles en cada país objeto de estudio.

Gráfico 1
América Latina y el Caribe (9 países): modificación del contenido de tareas del empleo por país, mediados de la década de 1990 a aproximadamente 2015



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de O*NET [en línea] <https://www.onetonline.org> y de encuestas de hogares de los respectivos países.

Nota: En cada país se abarca un período diferente según la información disponible: Argentina, 1998-2015; Bolivia (Estado Plurinacional de), 1995-2015; Brasil, 1996-2013; Chile, 1996-2015; El Salvador, 1998-2014; México, 1996-2014; Perú, 1997-2013; República Dominicana, 1996-2014, y Uruguay, 1995-2015.

En lo que respecta al contenido de tareas cognitivas no rutinarias, ya sean analíticas o interpersonales, se observa que este aumentó en el trabajo promedio de todos los países analizados, con la única excepción de la República Dominicana. Esta conclusión coincide con un proceso de modificación de las tareas que realizaban los trabajadores en un contexto en el que muchas de ellas corrían el riesgo de ser automatizadas. Como ya se ha mencionado, las tareas cognitivas no rutinarias no son susceptibles de automatización, por lo que es en este grupo de actividades donde se abre el espacio para la fuerza de trabajo.

En el caso de las tareas manuales, tanto rutinarias como no rutinarias, su importancia relativa en el empleo promedio disminuyó durante el período de estudio en todos los países, excepto, una vez más, en la República Dominicana. El Estado Plurinacional de Bolivia es un caso particular, ya que, si bien hubo una disminución de las tareas manuales no rutinarias, hubo un pequeño aumento de las manuales rutinarias.

Por otro lado, la importancia de las tareas cognitivas rutinarias en el empleo promedio aumentó en cinco de los nueve países seleccionados: Argentina, Brasil, Chile, El Salvador y Uruguay. En los casos de Bolivia (Estado Plurinacional de), México, el Perú y la República Dominicana, por el contrario, el contenido de tareas cognitivas rutinarias en el empleo promedio ha disminuido en los últimos 20 años.

Los resultados sugieren que el perfil del empleo en América Latina y el Caribe se ha modificado en cuanto a la intensidad con que los empleados llevan a cabo los diferentes tipos de tareas en sus ocupaciones: se ha pasado de empleos intensivos en tareas manuales a empleos en que hay una mayor intensidad o contenido de tareas cognitivas. Las únicas excepciones respecto de esta tendencia común en nuestro conjunto de países son la República Dominicana, donde el perfil del empleo se modificó

en la dirección opuesta, y el Estado Plurinacional de Bolivia, donde el contenido de tareas manuales rutinarias aumentó durante el período estudiado.

En general, la importancia relativa de las tareas cognitivas no rutinarias, tanto analíticas como interpersonales, ha crecido en la región en los últimos 20 años. Al mismo tiempo, la intensidad promedio de las tareas manuales, tanto rutinarias como no rutinarias, ha disminuido. Todos estos cambios están en consonancia con los resultados obtenidos en los países más desarrollados (Autor, Levy y Murnane, 2003; Spitz-Oener, 2006) y con los resultados que Keister y Lewandowski (2016) obtuvieron en relación con los países de Europa Central.

Sin embargo, el modo en que la importancia relativa de las tareas cognitivas rutinarias ha evolucionado en algunos países de la región da lugar a algunas dudas. Autor, Levy y Murnane (2003) constataron que este tipo de tareas perdió terreno en el empleo de los Estados Unidos, y Spitz-Oener (2006) obtuvieron resultados similares con relación a Alemania. Sin embargo, en un análisis y actualización que Acemoglu y Autor (2011) llevaron a cabo respecto de los Estados Unidos se hallaron tendencias diferentes en determinados períodos. Del mismo modo, Keister y Lewandowski (2016) hallaron un aumento en la intensidad de las tareas cognitivas rutinarias en varios países de Europa Central y Oriental.

La importancia de que el contenido de tareas cognitivas rutinarias haya aumentado en el empleo promedio de los países de la región radica en el riesgo de automatización que este tipo de tareas presenta. El hecho de que los trabajos ahora sean más intensivos en tareas de este tipo supone un riesgo de desplazamiento a mediano plazo para algunos trabajadores debido a la automatización. Como se mencionó anteriormente, las tareas de este tipo son realizadas por trabajadores que tienen un nivel de educación intermedio y perciben ingresos laborales medios, lo que implica que un proceso de automatización y desplazamiento podría llevar a que se acentuara la desigualdad distributiva.

2. Descomposición factorial de los cambios en el contenido de las tareas

Los cambios que se han observado en el contenido de las tareas suscitan cierta preocupación en lo que respecta a los mecanismos que están llevando a que se modifique el perfil del empleo promedio en cada uno de los países analizados. Es posible señalar tres canales principales a través de los cuales se producen estas modificaciones en la importancia que cada tarea tiene en el empleo promedio.

El primer canal está asociado al desplazamiento de los trabajadores de un sector económico a otro, lo que se suele denominar efecto intersectorial. Por ejemplo, la migración de trabajadores de un sector económico como la agricultura, tradicionalmente intensivo en tareas manuales, al sector de los servicios, que es más intensivo en tareas cognitivas, provoca un cambio en el perfil de las tareas realizadas en el empleo promedio del país en cuestión.

Como señalan Apella y Zunino (2017), este desplazamiento de los trabajadores de un sector económico a otro puede estar motivado por diferentes causas, como la modificación de la relación de intercambio que afecta a todo un sector y lo sitúa en desventaja frente a los competidores internacionales, los cambios en los centros de comercio mundial y la aparición de otros países que tienen mayores ventajas comparativas en el sector, y los procesos de urbanización que se producen cuando las personas dejan su empleo en las zonas rurales y migran a las grandes ciudades para incorporarse al sector industrial, de servicios o de comercio minorista, entre otros. Sin embargo, el papel del cambio tecnológico en este proceso no es menor. La incorporación de nuevas tecnologías de producción en sectores tradicionalmente asociados a las tareas manuales obliga a los trabajadores a buscar oportunidades de empleo en otras ramas de actividad.

El segundo canal es el desplazamiento de los trabajadores de una ocupación a otra en la misma rama de actividad, lo que se denomina efecto interocupacional. Esto ocurre, por ejemplo, cuando alguien deja de trabajar como cajero de banco, una ocupación que es intensiva en tareas cognitivas rutinarias, y empieza a trabajar como taxista, que es una ocupación manual no rutinaria. Este ejemplo indica la importancia que el cambio tecnológico puede tener para el perfil del empleo promedio, al fomentar el desplazamiento de los trabajadores de una ocupación a otra.

El tercer canal a través del cual se producen cambios en el contenido promedio de las tareas que los trabajadores llevan a cabo son las modificaciones concretas que ocurren en cada ocupación a lo largo del tiempo, lo que suele denominarse efecto intraocupacional. En otras palabras, la incorporación de nuevas tecnologías de producción en cada ocupación obliga a los trabajadores a modificar sus funciones en el lugar de trabajo. La adopción de maquinaria automatizada de ensamblaje gestionada por un programa informático obliga a reasignar a los trabajadores, que dejan de llevar a cabo las tareas que realizaban anteriormente y pueden llegar a dedicar la mayor parte del tiempo a tareas relacionadas con la venta y la mercadotecnia, por ejemplo. Para estimar este cambio en el perfil de tareas de las ocupaciones a lo largo del tiempo construimos los cinco indicadores de intensidad a partir de la información de O*NET correspondiente a diferentes años⁷.

Para examinar en detalle la importancia que estos canales de transmisión han tenido en los cambios observados en el contenido de los diferentes tipos de tareas que se llevan a cabo en el lugar de trabajo promedio de nuestro conjunto de países, a continuación presentaremos un ejercicio de descomposición factorial. En este ejercicio tomamos como referencia la variación total de la intensidad de las tareas entre el punto inicial del análisis (mediados de la década de 1990) y el punto final de este (mediados de la década de 2010) en relación con nuestro conjunto de países, e identificamos los tres posibles efectos independientes mencionados anteriormente y las interacciones entre ellos:

- i) Cambio estructural o efecto intersectorial. La hipótesis relativa a este efecto es que una parte del cambio en la intensidad relativa de las tareas que la fuerza de trabajo lleva a cabo está asociada con un desplazamiento de esta entre los sectores o ramas de actividad, impulsado en parte por el cambio tecnológico, pero también, como se ha mencionado, por otros factores exógenos.
- ii) Cambio de una ocupación a otra o efecto interocupacional. Este efecto surge del desplazamiento de los trabajadores entre ocupaciones distintas que tienen combinaciones diferentes de tareas.
- iii) Cambios en cada ocupación o efecto intraocupacional. En este caso tratamos de captar la contribución de los cambios que se producen en cada ocupación, en lo que atañe a la combinación de tareas necesarias para desempeñarla.
- iv) Interacción de todos los anteriores.

La metodología del ejercicio de descomposición se describe de forma detallada en el anexo A1, y los resultados se presentan en el gráfico 2.

⁷ Como O*NET se actualiza de forma periódica, podemos estudiar los cambios en el perfil de tareas de las ocupaciones a lo largo del tiempo.

Gráfico 2
 América Latina y el Caribe (9 países): descomposición factorial de los cambios
 en el contenido de las tareas desempeñadas en el empleo promedio,
 desde mediados de la década de 1990 hasta aproximadamente 2015

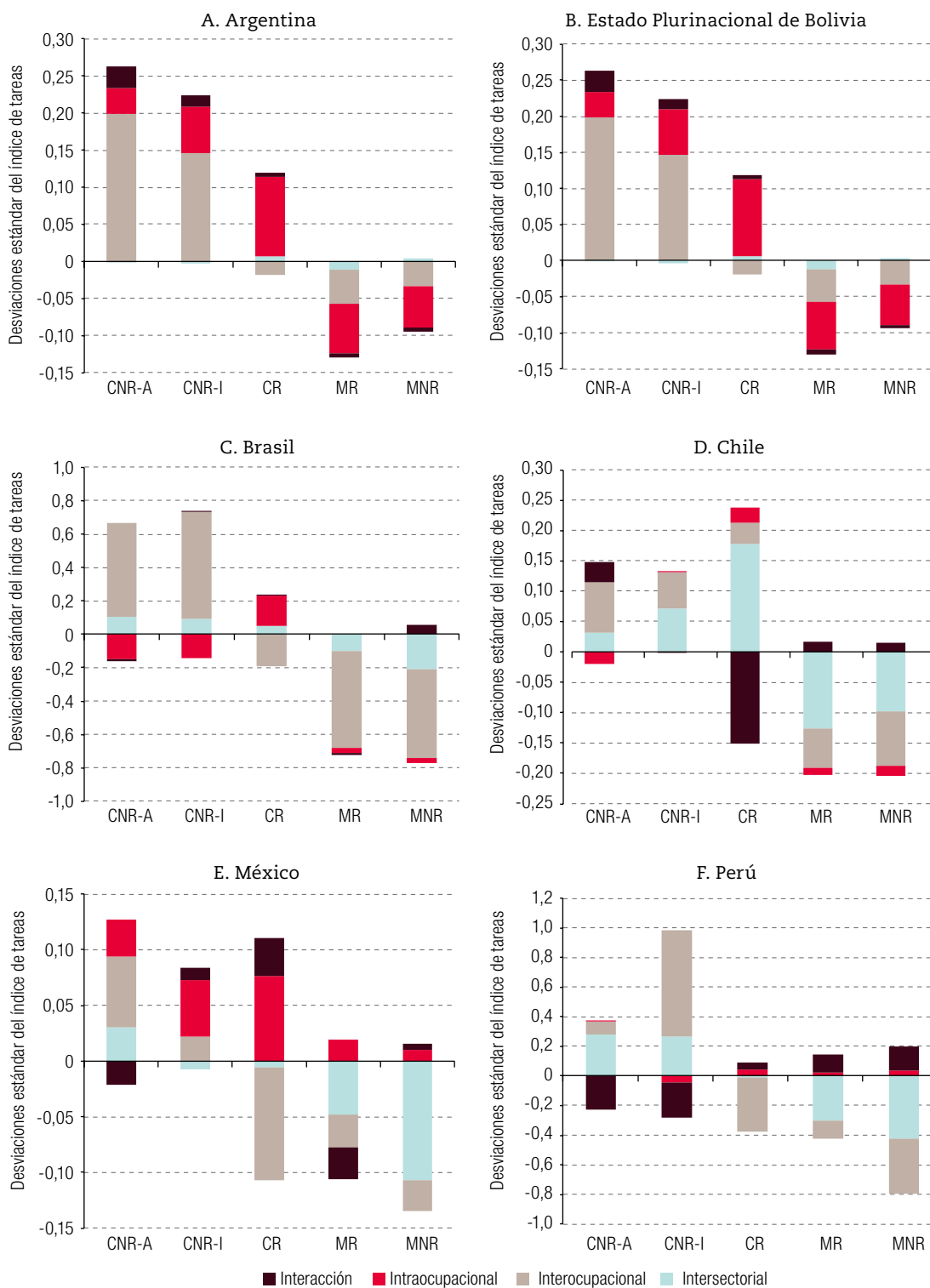
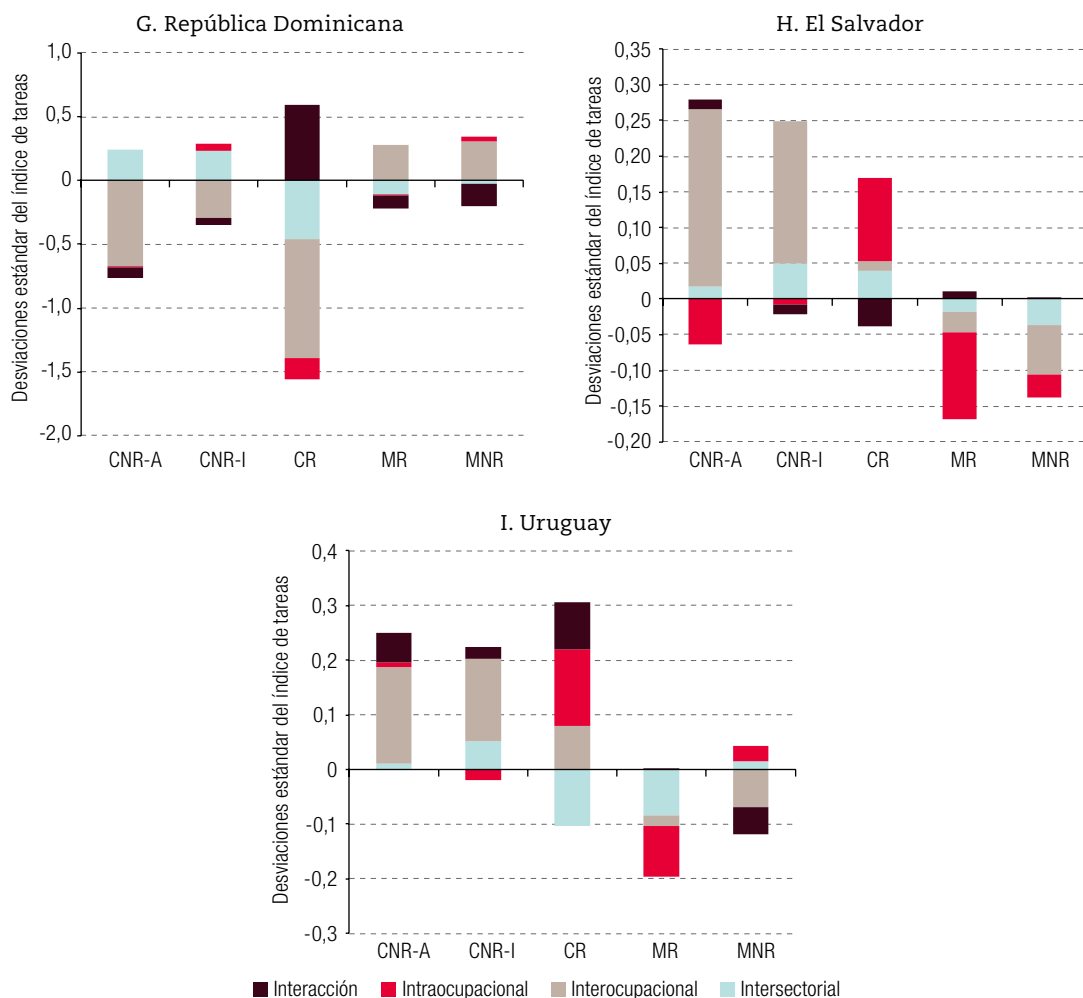


Gráfico 2 (conclusión)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de O*NET [en línea] <https://www.onetonline.org> y de encuestas de hogares de los respectivos países.

Nota: CNR-A significa cognitivas no rutinarias (analíticas), CNR-I significa cognitivas no rutinarias (interpersonales), CR significa cognitivas rutinarias, MR significa manuales rutinarias y MNR significa manuales no rutinarias. En cada país se abarca un período diferente según la información disponible: Argentina, 1998-2015; Bolivia (Estado Plurinacional de), 1995-2015; Brasil, 1996-2013; Chile, 1996-2015; El Salvador, 1998-2014; México, 1996-2014; Perú, 1997-2013; República Dominicana, 1996-2014, y Uruguay, 1995-2015.

Para comenzar con el efecto intersectorial, se observa que los desplazamientos de una rama de actividad a la otra son un factor que incide de forma considerable en el aumento del contenido de tareas cognitivas rutinarias en Chile y en la disminución de la importancia relativa de las tareas manuales rutinarias en el Uruguay y México. Asimismo, este efecto explica una parte importante del aumento del contenido de tareas manuales rutinarias en el Estado Plurinacional de Bolivia.

Cuando se observa la evolución de las cuotas de empleo de las distintas ramas de actividad en los últimos 20 años (véase el anexo A2 para obtener más información), se nota que tanto en Chile como en México ha habido una importante caída del empleo en la industria y en las actividades primarias (sectores intensivos en tareas manuales) y un aumento en el sector inmobiliario y los servicios (sectores intensivos en tareas cognitivas rutinarias). Del mismo modo, en el Uruguay el empleo se ha desplazado considerablemente desde el sector industrial hacia el de los servicios.

Al contrario de la tendencia que se observa en el resto de la región, en el empleo promedio del Estado Plurinacional de Bolivia la proporción de tareas manuales rutinarias ha aumentado, y esto se relaciona con el considerable aumento del empleo en el sector primario, que se incrementó un 30% entre 1995 y 2015.

Este es un ejemplo del efecto interocupacional, que ha sido uno de los principales canales a través de los cuales se modificó el perfil del empleo en la región. De hecho, es un canal muy importante a la hora de explicar el aumento del contenido de tareas cognitivas no rutinarias y el descenso del contenido de tareas manuales en la Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), el Brasil, El Salvador, México, el Perú y el Uruguay.

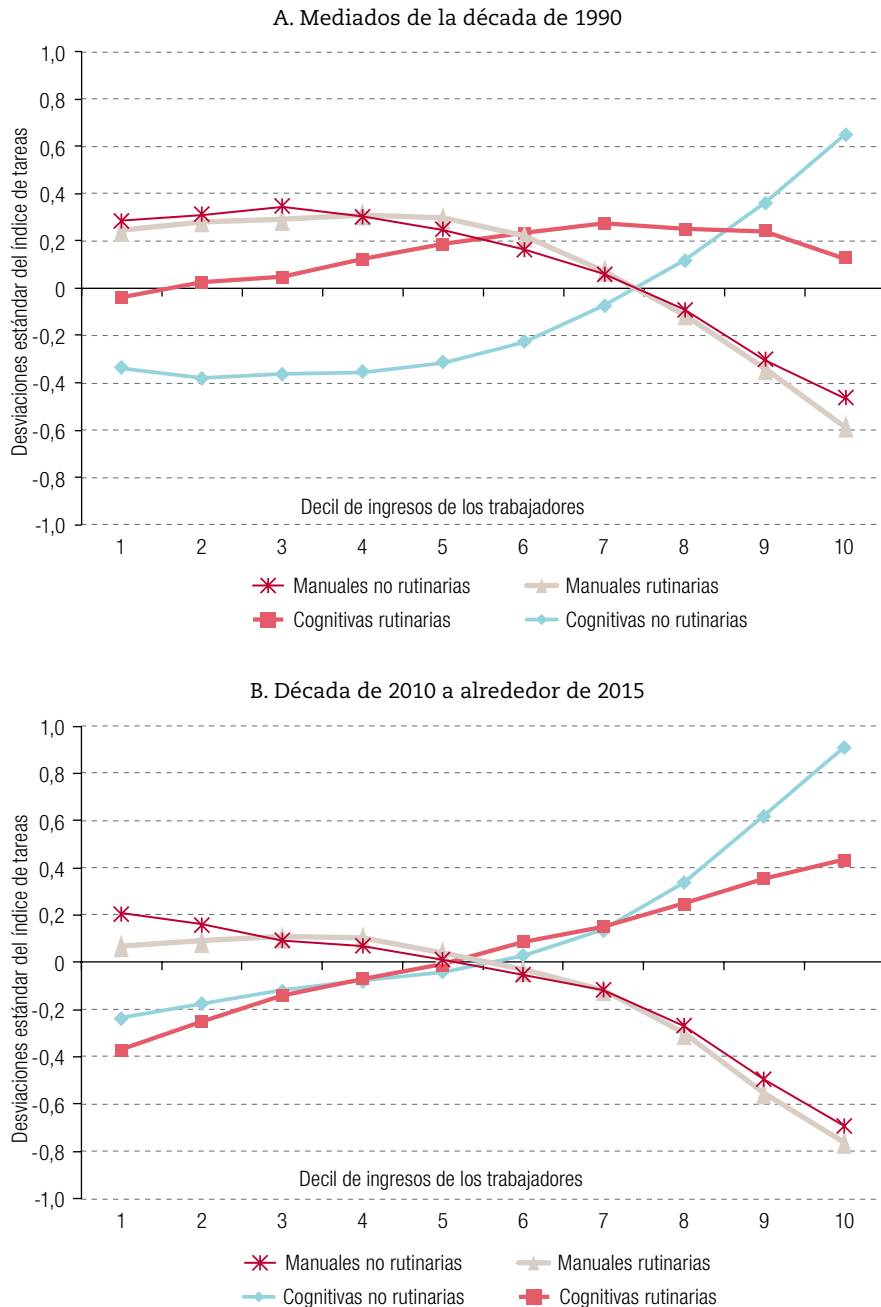
Por último, los cambios en la intensidad relativa de las tareas que surgieron debido a los cambios propios de cada ocupación, es decir, el efecto intraocupacional, han desempeñado un papel importante en cinco países: Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), El Salvador, México y Uruguay. Sin embargo, las tareas en relación con las cuales este efecto es importante varían sustancialmente según el país. En la Argentina, los cambios de la combinación de tareas en determinadas ocupaciones explican el aumento del contenido de tareas cognitivas, tanto rutinarias como no rutinarias, y el descenso de la importancia de las tareas manuales. Un panorama similar, pero menos marcado, se observa en El Salvador y el Uruguay, donde este efecto explica el aumento del contenido de tareas cognitivas rutinarias en el empleo promedio y la reducción de las tareas manuales rutinarias. En México, este efecto explica el aumento de la importancia relativa de las tareas cognitivas no rutinarias, sobre todo de las que están vinculadas con las relaciones interpersonales, y de las tareas cognitivas rutinarias. En el Estado Plurinacional de Bolivia, por último, el efecto intraocupacional es importante para explicar el aumento del contenido de tareas cognitivas rutinarias.

En un contexto en que la importancia que tienen algunos tipos de tareas en el empleo promedio se modifica, lo que exige que la fuerza de trabajo se adapte, se corre el riesgo de que el mercado laboral se polarice. La automatización de determinadas tareas, sobre todo de las rutinarias, podría hacer que la estructura del mercado laboral quedara dominada en la parte superior y en la inferior por dos grandes grupos de trabajadores: por un lado, personas altamente calificadas y muy productivas que perciben ingresos elevados y trabajan en ocupaciones intensivas en tareas cognitivas no rutinarias, y, por el otro, un grupo de trabajadores poco calificados relegados a ocupaciones intensivas en tareas manuales no rutinarias, que por consiguiente tienen una baja productividad y proporcionan ingresos bajos. Mientras tanto, los trabajadores con calificaciones e ingresos medios, que generalmente llevan a cabo tareas rutinarias, ya sean manuales o cognitivas, se enfrentan al riesgo de que disminuyan sus ingresos o de que su trabajo sea menos demandado.

En el gráfico 3 se presenta el contenido promedio de tareas por hora de trabajo, desglosado en los cuatro grandes grupos de tareas definidos anteriormente, en relación con cada decil de ingresos de los trabajadores de América Latina y el Caribe en dos momentos diferentes: a mediados de la década de 1990 y alrededor de 2015.

En consonancia con los patrones observados en otros países, se aprecia que en los de la región la mayoría de los trabajadores de los deciles superiores realizan tareas cognitivas no rutinarias, mientras que los trabajadores de la parte inferior de la distribución llevan a cabo tareas manuales. Sin embargo, como puede verse en el gráfico, el contenido de tareas manuales rutinarias de las ocupaciones ha disminuido para los trabajadores de todos los deciles de ingresos. Este resultado coincide con lo que se expuso anteriormente y con la sustitución de estas tareas por mecanismos automatizados de producción.

Gráfico 3
América Latina y el Caribe (9 países): contenido de tareas
por decil de ingresos de los trabajadores



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de O*NET [en línea] <https://www.onetonline.org> y de encuestas de hogares de los respectivos países.

Nota: Las cifras representan el promedio simple de la Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), el Brasil, Chile, El Salvador, México, el Perú, la República Dominicana y el Uruguay. En cada país se abarca un período diferente según la información disponible: Argentina, 1998-2015; Bolivia (Estado Plurinacional de), 1995-2015; Brasil, 1996-2013; Chile, 1996-2015; El Salvador, 1998-2014; México, 1996-2014; Perú, 1997-2013; República Dominicana, 1996-2014, y Uruguay, 1995-2015.

Por otra parte, la importancia de las tareas cognitivas no rutinarias ha crecido en todos los deciles de ingresos. En este proceso se observan dos hechos importantes. En primer lugar, mientras

que a mediados de la década de 1990 solo las ocupaciones de los trabajadores de los dos deciles superiores eran intensivas en este tipo de tareas, a mediados de la década de 2010 esto también ocurría en las ocupaciones de los trabajadores de los deciles 7 y 8. En segundo lugar, se amplió la brecha entre las tareas cognitivas no rutinarias y las manuales, lo que sugiere que en los deciles de ingresos más altos la transición de las tareas manuales a las cognitivas, sobre todo a las no rutinarias, fue especialmente intensa.

Si se observa el lado izquierdo de la distribución, se aprecia que, aunque se redujo la brecha entre el contenido de tareas cognitivas no rutinarias y el resto, esas tareas siguieron siendo las menos frecuentes entre los trabajadores de los deciles de ingresos más bajos. Esto sugiere que los trabajadores que perciben ingresos menores se dedican a ocupaciones intensivas en tareas manuales. De hecho, las tareas manuales no rutinarias son las más frecuentes entre los trabajadores de los deciles de ingresos más bajos. Si bien es cierto que el contenido de este tipo de tareas ha disminuido prácticamente en toda la distribución, se ha mantenido casi invariable entre los trabajadores pertenecientes a los dos primeros deciles, lo que es un indicio de cómo las tareas de este tipo se concentran en los deciles más bajos.

Si se consideran los últimos 20 años, es posible observar una transición hacia un contenido estructurado de forma tal que las tareas cognitivas no rutinarias se llevan a cabo principalmente en los cuatro deciles de ingresos más altos (que se alejan cada vez más del promedio) y las manuales no rutinarias se concentran en los deciles de ingresos más bajos.

Aunque los mercados laborales aún no están polarizados, lo que ocurra en el futuro dependerá claramente de los avances en la automatización de las tareas cognitivas rutinarias. Es en las ocupaciones intensivas en tareas de este tipo donde se emplean trabajadores con niveles de calificación e ingresos medios, por ejemplo, los analistas de crédito, los auxiliares de oficina, los cajeros, el personal de ventas y los redactores, entre ellos los traductores. En la mayoría de las economías desarrolladas, las ocupaciones intensivas en tareas cognitivas rutinarias suelen tener remuneraciones situadas en torno a la media de la distribución (Acemoglu y Autor, 2011; Goos, Manning y Salomons, 2014).

Los resultados que hemos obtenido respecto de la región son diferentes de los que se han descrito respecto de los países desarrollados. Tanto en la década de 1990 como a mediados de la década de 2010, la proporción de tareas cognitivas rutinarias era sustancial en los deciles de ingresos laborales que se encontraban desde el medio (el quinto decil) hacia arriba. En efecto, a mediados de los años noventa, este tipo de tareas representaba una parte importante del contenido en todos los deciles a partir del cuarto, pero al cabo de 20 años había perdido terreno en las ocupaciones que desempeñaban los trabajadores de todos los deciles, salvo los más altos.

Por este motivo, dado el aumento del contenido de tareas cognitivas rutinarias en el empleo promedio de la región, el riesgo de que el mercado laboral se polarice en el futuro dependerá del grado de automatización de este tipo de tareas.

V. Repercusiones en las políticas públicas

El proceso de cambio tecnológico que está ocurriendo no solo en la región, sino en todo el mundo, puede dar origen a un aumento de la productividad. Sin embargo, se plantean algunos retos desde el punto de vista del mercado laboral, y ellos determinan las condiciones en que se emplean las nuevas tecnologías. El cambio tecnológico podría dar lugar a que se redujera la demanda de trabajo de las personas que perciben ingresos medios (normalmente asociados a tareas manuales rutinarias), y eso polarizaría el mercado laboral entre dos grandes clases de empleo: una de actividades mal pagadas que suponen realizar tareas manuales no rutinarias, y otra de actividades mejor pagadas que implican llevar a cabo tareas cognitivas no rutinarias.

En esta carrera tecnológica, existe un claro reto para las políticas públicas que está asociado a la necesidad de que los trabajadores poco calificados se dediquen a otro tipo de tareas que no sean susceptibles de ser automatizadas, es decir, tareas que requieran un uso intensivo de la inteligencia creativa o social.

En los últimos 20 años, en los mercados laborales de América Latina y el Caribe se ha observado un desplazamiento sustancial desde el trabajo manual hacia el trabajo cognitivo, que puede atribuirse en gran medida al modo en que ha cambiado la participación de las diferentes ocupaciones en el empleo total, a la modernización que ha tenido lugar dentro de las propias ocupaciones y, en algunos casos, al desplazamiento de los trabajadores de un sector a otro. Al igual que en los Estados Unidos, Alemania y los países de Europa Central y Oriental, en los países latinoamericanos ha habido muestras de que la importancia de las tareas cognitivas no rutinarias en el lugar de trabajo promedio ha aumentado considerablemente. Se observan dos efectos del cambio tecnológico y de la reducción del costo de acceso a la tecnología: un efecto más a corto plazo, y otro que es de mediano o largo plazo, pero que exige actuar de forma inmediata.

El primer efecto es la menor necesidad de realizar tareas manuales rutinarias y, por tanto, el aumento del desempleo tecnológico en algunos segmentos de la población activa. El segundo es el reto de preparar a las generaciones más jóvenes, a medida que adquieren capital humano, para desempeñar ocupaciones que aún no existen pero que seguramente tendrán un componente importante de tareas cognitivas no rutinarias.

En lo que respecta al desempleo tecnológico, es de crucial importancia que haya políticas destinadas a hacer frente a los efectos negativos de que el empleo se desplace desde la producción intensiva en trabajo manual rutinario hacia la producción intensiva en capital tecnológico y trabajo cognitivo. La transición puede abordarse desde dos perspectivas diferentes: la de la demanda de trabajo y la de la oferta de este.

Desde el punto de vista de la demanda de trabajo, es decir, de los sectores de producción individuales en su búsqueda de combinar los factores de forma de maximizar los beneficios, la transición podría atenuarse mediante normas que limitaran la sustitución del trabajo por el capital. Este tipo de normas, aunque se utilizan a menudo, son probablemente una solución ineficaz. En las iniciativas de este tipo se deben tener en cuenta los costos económicos y sociales (por ejemplo, el aumento de los costos de producción y la reducción del bienestar de los consumidores que pagan precios más altos en el mercado), así como los beneficios (el mantenimiento de los niveles de empleo en determinadas ocupaciones).

Del mismo modo, es importante destacar que el cambio tecnológico continúa y que, por tanto, los costos de acceso seguirán disminuyendo. Esto implica que la tendencia hacia la automatización aumentará con el tiempo y, en consecuencia, también aumentará el costo de atenuarla. En otras palabras, para que se mantenga el efecto de las intervenciones de este tipo habrá que reforzarlas en el transcurso del tiempo a medida que avance el cambio tecnológico, lo que exigirá aceptar que el costo de intervenir sea cada vez mayor.

Como alternativa, las políticas públicas podrían centrarse en la oferta de trabajo. Esto conlleva el reto constante de reforzar los espacios e instrumentos que se emplean para adaptar dicha oferta, es decir, rediseñar los sistemas de formación continua de modo que en ellos se tengan en cuenta los cambios de la demanda de trabajo. Para hacer esto habría que fomentar la cooperación entre el sector público y el privado, no solo en lo que atañe a la financiación, sino también mediante el diseño de una estrategia de formación y la explotación de las economías de escala en el trabajo de formación. Esto significa determinar con claridad cuáles son los factores que pueden poner en peligro el éxito de este tipo de iniciativas, sobre todo cuando se trata de trabajadores de edad avanzada.

El reto a mediano plazo, que en los hechos se debe enfrentar de inmediato, es preparar a las generaciones más jóvenes a medida que acumulan capital humano para que desempeñen funciones

que aún no existen. Más allá de la posible destrucción creativa del empleo y del consiguiente desempleo tecnológico, esto podría ser un paso hacia una mayor productividad global de la economía y hacia la creación de ocupaciones que actualmente se desconocen.

El crecimiento económico se produce a medida que los trabajos se vuelven más productivos, pero también cuando surgen trabajos más productivos y desaparecen los que no lo son tanto. Los beneficios pueden adoptar la forma de nuevos productos, nuevos métodos de producción y transporte, o nuevos mercados, pero surgen mediante un proceso constante de reestructuración y redistribución de los recursos, entre ellos la fuerza de trabajo. Dado que las economías crecen a medida que se crean trabajos de gran productividad y desaparecen los que son poco productivos, la relación entre mayor productividad y creación de empleo no es mecánica. Las innovaciones pueden implicar un aumento o una reducción de los niveles de empleo a corto plazo, pero a mediano plazo la tendencia será hacia una estrecha correlación entre el aumento del empleo y el crecimiento económico.

En un contexto en que muchos de los trabajos que desempeñarán los niños de hoy todavía no existen, no es posible planificar un curso de formación específico para esas ocupaciones. El reto consiste más bien en desarrollar las habilidades cognitivas de los niños para que tengan la capacidad de pensar de forma creativa y adaptarse a cualquier situación que se presente.

Para lograrlo es imprescindible replantear el sistema educativo en todos los niveles, de modo que las asignaturas puedan adaptarse rápidamente a las demandas de empleo que vayan surgiendo. En consecuencia, sugerimos que es necesario pasar de una estrategia en que los sistemas educativos se basan en el paradigma de la adquisición de conocimientos (memorización) a otra en que se priorice el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales mediante la resolución de problemas, como base para la adquisición continua de habilidades técnicas.

El reto es reconocer la importancia de diseñar un mecanismo de estudio asociado al desarrollo del pensamiento crítico, la argumentación y el análisis, es decir, a la creación de habilidades transferibles y rápidamente adaptables que sean útiles en diferentes actividades, y crear vías para diseñarlo.

Es fundamental que todos los alumnos del sistema educativo adquieran y aprendan las habilidades cognitivas básicas, sobre todo las numéricas y las que permiten resolver problemas, ya que las deficiencias cognitivas presentes a una edad temprana son muy difíciles de superar más adelante. Esto debe complementarse con una actualización constante no solo de las herramientas, sino del propio vocabulario. Por ejemplo, un requisito mínimo para usar Internet es lograr un nuevo tipo de alfabetización (cognitiva y digital).

VI. Conclusiones

La innovación tecnológica, como el avance de las tecnologías digitales, las comunicaciones y la robótica, puede llevar a que aumente el bienestar general de la población y a que se reduzca la pobreza, gracias a la mayor productividad global de la economía. Sin embargo, en la literatura se han analizado con preocupación algunas consecuencias negativas que el rápido cambio tecnológico podría tener.

Por un lado, el progreso técnico, en particular el avance de la robótica, hace que algunas actividades corran un gran riesgo de quedar obsoletas, ya que un conjunto de ellas, como las tareas rutinarias o las que pueden ser sustituidas por un programa informático, pueden automatizarse con facilidad, y eso da lugar a lo que se suele denominar desempleo tecnológico. Por otro lado, en varios estudios anteriores se ha advertido de que la incorporación de mecanismos automatizados de producción y los avances en la comunicación digital suponen un riesgo para el mercado de trabajo, no tanto por el desempleo tecnológico, sino por su incidencia en la distribución, que podría agravar la desigualdad.

El objetivo de este trabajo es estudiar cómo ha evolucionado el nivel de empleo según el tipo de tareas que los trabajadores llevan a cabo en sus trabajos y llegar así a una determinación aproximada del efecto que el cambio tecnológico podría tener en la demanda de trabajo. Cuando se analiza la forma en que los perfiles de empleo han evolucionado en los países de América Latina y el Caribe en los últimos 20 años, se observa que la importancia relativa de las tareas cognitivas ha aumentado considerablemente en el lugar de trabajo en detrimento de las tareas manuales. Estos cambios han tenido lugar debido a que se ha modificado la combinación de los tipos de tareas que se llevan a cabo en cada ocupación para producir un bien o servicio, a que los trabajadores se han desplazado de una ocupación a otra en la misma rama de actividad, y a que ha habido cambios estructurales, es decir, desplazamiento de los trabajadores de una rama de actividad a otra. Comprobamos que el desplazamiento de los trabajadores de una ocupación a otra en la misma rama de actividad es muy importante a la hora de explicar el aumento del contenido de tareas cognitivas no rutinarias y la disminución del contenido de tareas manuales en la mayoría de los países analizados.

Además, en consonancia con los patrones que se han observado en otros países, encontramos que en los países de la región la mayoría de los trabajadores de los deciles superiores realizan tareas cognitivas no rutinarias, mientras que los trabajadores de la parte inferior de la distribución realizan tareas manuales. Al considerar los últimos 20 años se halló que la brecha entre las tareas cognitivas no rutinarias y las manuales se ha ampliado, lo que sugiere que la transición de las tareas manuales a las cognitivas, sobre todo las no rutinarias, fue particularmente intensa en los deciles más altos de ingresos.

Es de esperar que esta tendencia a la prevalencia cada vez mayor de las tareas cognitivas no rutinarias en detrimento de las tareas manuales rutinarias se intensifique a medida que el cambio tecnológico avance y los sectores productivos de los países en desarrollo puedan hacerlo propio y adaptarlo. Esto sin duda llevará a que se reduzca la demanda de trabajo especializado en tareas manuales rutinarias, lo que dará lugar a desempleo tecnológico en el corto plazo. Sin embargo, los cambios tecnológicos que conduzcan a que las máquinas sustituyan a los trabajadores tendrán efectos en todos los mercados de productos y factores. Un aumento de la eficiencia de la producción que reduzca el costo de los métodos de producción podría dar lugar a una mayor demanda de otros bienes y servicios.

Por consiguiente, el progreso tecnológico tiene dos efectos sobre el nivel de empleo. En primer lugar, hay un efecto destructivo, ya que conduce a la sustitución de la fuerza de trabajo; en segundo lugar, hay un efecto de creación de nuevos puestos de trabajo, ya que aumenta el número de unidades de producción que internalizan las nuevas tecnologías y se incrementa la productividad, se expande el empleo complementario en estos sectores y se crean otras ocupaciones para satisfacer la nueva demanda de bienes y servicios. En este contexto, es vital diseñar dos estrategias diferentes: una relativa al corto plazo, y otra relativa al largo plazo, pero que exige actuar de forma inmediata.

En lo que atañe a la posibilidad de que haya desempleo tecnológico, es importante poner en marcha mecanismos que refuercen el ofrecimiento de formación continua de modo que esta contribuya a que la oferta de trabajo se adapte. En otras palabras, es importante rediseñar los sistemas de formación continua teniendo en cuenta las nuevas competencias que se necesitan en el mercado.

El reto a mediano plazo, aunque en los hechos hay que enfrentarlo de inmediato, es preparar a las generaciones más jóvenes a medida que acumulan capital humano para que desempeñen funciones que aún no existen. Más allá de la posible destrucción creativa del empleo y del consiguiente desempleo tecnológico, esto podría ser un paso hacia una mayor productividad global de la economía y hacia la creación de ocupaciones que actualmente se desconocen. Se necesitan más habilidades cognitivas para satisfacer la creciente demanda de que se lleven a cabo tareas cognitivas no rutinarias. Por ello, en los países de América Latina y el Caribe hay que mejorar la calidad del sistema de educación y reducir la brecha educativa entre los distintos sectores de la población, ya que cada vez más el nivel de educación de las personas será una variable clave en sus posibilidades de encontrar un buen empleo.

Bibliografía

- Acemoglu, D. (2002), "Technical change, inequality, and the labor market", *Journal of Economic Literature*, vol. 40, N° 1.
- Acemoglu, D. y D. Autor (2011), "Skills, task and technologies: implications for employment and earning", *Handbook of Labor Economics, volume 4, part B*, D. Card y O. Ashenfelter (eds.), Ámsterdam, Elsevier.
- Apella, I. y G. Zunino (2017), "Technological change and the labor market in Argentina and Uruguay: a task content analysis", *Policy Research Working Paper*, N° 8215, Washington, D. C., Banco Mundial.
- Arntz, M., T. Gregory y U. Zierahn (2016), "The risk of automation for jobs in OECD countries: a comparative analysis", *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, N° 189, París, OECD Publishing.
- Autor, D. y D. Dorn (2013), "The growth of low-skill service jobs and the polarization of the U.S. labor market", *American Economic Review*, vol. 103, N° 5, agosto.
- Autor, D., F. Levy y R. Murnane (2013), "The changing task composition of the U.S. labor market: an update of Autor, Levy, and Murnane (2003)", *MIT Working Paper*, junio [en línea] <https://economics.mit.edu/files/9758>.
- _____(2003), "The skill content of recent technological change: an empirical exploration", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 118, N° 4, noviembre.
- Banco Mundial (2016), *World Development Report 2016: Digital Dividends*, Washington, D. C.
- Bresnahan, T. (1999), "Computerisation and wage dispersion: an analytical reinterpretation", *The Economic Journal*, vol. 109, N° 456, Oxford University Press, junio.
- Brynjolfsson, E. y A. McAfee (2014), *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, Nueva York, W. W. Norton & Company.
- Bussolo, M., I. Torre y H. Winkler (2018), "Accounting for the role of occupational change on earnings in Europe and Central Asia" [en línea] https://conference.iza.org/conference_files/WoLabConf_2018/torre_i26373.pdf.
- Frey, C. y M. Osborne (2013), "The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?", *Working Paper*, Universidad de Oxford, septiembre [en línea] https://sep4u.gr/wp-content/uploads/The_Future_of_Employment_ox_2013.pdf.
- Goos, M. y A. Manning (2007), "Lousy and lovely jobs: the rising polarization of work in Britain", *Review of Economics and Statistics*, vol. 89, N° 1, febrero.
- Goos, M., A. Manning y A. Salomons (2014), "Explaining job polarization: routine-biased technological change and offshoring", *American Economic Review*, vol. 104, N° 8, agosto.
- Hardy, W., R. Keister y P. Lewandowski (2015), "Do entrants take it all? The evolution of task content of job in Poland", *IBS Working Paper*, N° 10, junio [en línea] <https://ibs.org.pl/en/publications/do-entrants-take-it-all-the-evolution-of-task-content-of-jobs-in-poland-2/>.
- Katz, L. y K. Murphy (1992), "Changes in relative wages, 1963-1987: supply and demand factors", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, N° 1, febrero.
- Keister, R. y P. Lewandowski, (2016), "A routine transition? Causes and consequences of the changing content of jobs in Central and Eastern Europe", *IBS Policy Paper*, N° 5/2016, junio [en línea] <https://ibs.org.pl/en/publications/a-routine-transition-causes-and-consequences-of-the-changing-content-of-jobs-in-central-and-eastern-europe/>.
- Nedelkoska, L. y G. Quintini (2018), "Automation, skills use and training", *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, N° 202, OECD Publishing, París.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2016), "Automation and independent work in a digital economy", *Policy Brief on the Future of Work*, París, OECD Publishing, mayo.
- _____(2015), *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*, París.
- _____(2013), *OECD Skills Outlook 2013: First Results from the Survey of Adult Skills*, París.
- Polanyi, M. (1966), *The Tacit Dimension*, Nueva York, Doubleday.
- Spitz-Oener, A. (2006), "Technical change, job tasks, and rising educational demands: looking outside the wage structure", *Journal of Labor Economics*, vol. 24, N° 2, abril.

Anexo A1

Ejercicio de descomposición de tareas

La descomposición se calcula en relación con cada país de conformidad con la siguiente fórmula:

$$IT_{i \in T} (IT_i^{2015} - IT_i^{1995}) = \sum_{j \in S} t_{i,j,2015}^{2015} h_j^{2015} - \sum_{j \in S} t_{i,j,2015}^{1995} h_j^{1995}$$

$$IT_{i \in T} (IT_i^{2015} - IT_i^{1995}) = BS_i + BO_i + WO_i + INT_i$$

donde:

$$\forall_{i \in T} BS_i = \sum_{j \in S} [t_{i,j,1995}^{1995} (h_j^{2015} - h_j^{1995})]$$

$$\forall_{i \in T} BO_i = \sum_{j \in S} (t_{i,j,1995}^{2015} - t_{i,j,1995}^{1995}) h_j^{1995}$$

$$\forall_{i \in T} WO_i = \sum_{j \in S} (t_{i,j,2015}^{2015} - t_{i,j,1995}^{2015}) h_j^{1995}$$

$$\forall_{i \in T} INT_i = \sum_{j \in S} (t_{i,j,2015}^{2015} - t_{i,j,1995}^{1995}) (h_j^{2015} - h_j^{1995})$$

donde:

$t_{i,j,2015}^{2015}$ y $t_{i,j,1995}^{1995}$ = intensidad promedio de la tarea i para los trabajadores del sector j el año y (en torno a 1995 y en torno a 2015), calculada usando O*NET 2015 y 1998, respectivamente;

h_j^{15} = trabajadores del sector j como proporción del empleo total del año y ;

T = conjunto de las cinco tareas definidas anteriormente, y

S = conjunto de 13 sectores identificados mediante la Clasificación Industrial Uniforme (SIC) de un dígito.

Anexo A2

Empleo por sector económico

Cuadro A2.1

América Latina y el Caribe (9 países): evolución del empleo por sector, mediados de la década de 1990 a mediados de la década de 2010
(En porcentajes)

Argentina		Bolivia (Estado Plurinacional de)	
Descripción	Variación entre 1998 y 2015	Descripción	Variación entre 1995 y 2015
Agricultura, silvicultura y pesca	-0,2	Agricultura, silvicultura y pesca	29,9
Explotación de minas y canteras	0,1	Explotación de minas y canteras	-1,0
Industria manufacturera	-2,5	Industria manufacturera	-8,3
Electricidad, gas y agua	0,4	Electricidad, gas y agua	0,0
Construcción	1,2	Construcción	0,7
Comercio al por mayor, al por menor y actividades de reparación	-2,9	Comercio al por mayor, al por menor y actividades de reparación	-12,2
Transporte, almacenamiento y comunicación	0,6	Transporte, almacenamiento y comunicación	-0,4
Actividades de alojamiento y servicios de comida	0,6	Actividades de alojamiento y servicios de comida	0,3
Actividades financieras y de seguros	-0,4	Actividades financieras y de seguros	-0,1
Actividades inmobiliarias	-0,3	Actividades inmobiliarias	-0,1
Otras actividades de servicios	2,9	Otras actividades de servicios	-8,5
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0,5	Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	-0,2
Brasil		Chile	
Descripción	Variación entre 1996 y 2013	Descripción	Variación entre 1996 y 2015
Agricultura, silvicultura y pesca	-10,3	Agricultura, silvicultura y pesca	-5,5
Explotación de minas y canteras	0,0	Explotación de minas y canteras	0,6
Industria manufacturera	-4,4	Industria manufacturera	-5,3
Electricidad, gas y agua	-0,5	Electricidad, gas y agua	0,0
Construcción	3,6	Construcción	0,5
Comercio al por mayor, al por menor y actividades de reparación	2,7	Comercio al por mayor, al por menor y actividades de reparación	2,9
Transporte, almacenamiento y comunicación	-2,1	Transporte, almacenamiento y comunicación	0,4
Actividades de alojamiento y servicios de comida	1,7	Actividades de alojamiento y servicios de comida	2,2
Actividades financieras y de seguros	0,4	Actividades financieras y de seguros	-4,3
Actividades inmobiliarias	5,8	Actividades inmobiliarias	6,8
Otras actividades de servicios	3,1	Otras actividades de servicios	1,7
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0,0	Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0,0

Cuadro A2.1 (conclusión)

El Salvador		México	
Descripción	Variación entre 1998 y 2014	Descripción	Variación entre 1996 y 2014
Agricultura, silvicultura y pesca	-2,7	Agricultura, silvicultura y pesca	-6,8
Explotación de minas y canteras	0,0	Explotación de minas y canteras	-0,1
Industria manufacturera	-3,8	Industria manufacturera	-2,2
Electricidad, gas y agua	0,2	Electricidad, gas y agua	-0,1
Construcción	-0,5	Construcción	0,7
Comercio al por mayor, al por menor y actividades de reparación	0,9	Comercio al por mayor, al por menor y actividades de reparación	1,9
Transporte, almacenamiento y comunicación	-0,2	Transporte, almacenamiento y comunicación	-0,5
Actividades de alojamiento y servicios de comida	3,8	Actividades de alojamiento y servicios de comida	2,6
Actividades financieras y de seguros	-0,3	Actividades financieras y de seguros	0,3
Actividades inmobiliarias	1,5	Actividades inmobiliarias	2,1
Otras actividades de servicios	1,0	Otras actividades de servicios	2,1
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0,0	Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0,0
Perú		República Dominicana	
Descripción	Variación entre 1997 y 2013	Descripción	Variación entre 1996 y 2014
Agricultura, silvicultura y pesca	-3,8	Agricultura, silvicultura y pesca	-2,4
Explotación de minas y canteras	0,5	Explotación de minas y canteras	0,2
Industria manufacturera	-0,2	Industria manufacturera	-7,9
Electricidad, gas y agua	-0,2	Electricidad, gas y agua	0,2
Construcción	1,1	Construcción	1,2
Comercio al por mayor, al por menor y actividades de reparación	-1,5	Comercio al por mayor, al por menor y actividades de reparación	2,3
Transporte, almacenamiento y comunicación	1,3	Transporte, almacenamiento y comunicación	0,1
Actividades de alojamiento y servicios de comida	2,3	Actividades de alojamiento y servicios de comida	2,3
Actividades financieras y de seguros	0,0	Actividades financieras y de seguros	0,7
Actividades inmobiliarias	0,6	Actividades inmobiliarias	1,6
Otras actividades de servicios	0,0	Otras actividades de servicios	1,8
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0,0	Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0,0
Uruguay			
Descripción	Variación entre 1995 y 2015		
Agricultura, silvicultura y pesca	2,1		
Explotación de minas y canteras	0,0		
Industria manufacturera	-11,1		
Electricidad, gas y agua	-0,2		
Construcción	1,6		
Comercio al por mayor, al por menor y actividades de reparación	1,3		
Transporte, almacenamiento y comunicación	1,9		
Actividades de alojamiento y servicios de comida	0,8		
Actividades financieras y de seguros	-0,5		
Actividades inmobiliarias	-2,9		
Otras actividades de servicios	7,0		
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0,0		

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de O*NET [en línea] <https://www.onetonline.org> y de encuestas de hogares de los respectivos países.