



**Universidad**  
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

# Automatización y empleo

Autor

Ismael Franco Guiu

Directoras

Rosa María Aisa Rived  
Josefina Cabeza Laguna

Facultad de Economía y Empresa  
Año: 2023

Abstract: En este trabajo se analizan los efectos de la automatización en el mercado de trabajo. Se detecta un elevado grado de heterogeneidad. Los sectores de la industria y la agricultura son los más expuestos a la automatización, ya que las tareas de las que se componen sus ocupaciones son tecnológicamente más viables de automatizar que las de la mayoría de ocupaciones del sector servicios. En cuanto a los trabajadores, aquellos menos cualificados son los más expuestos.

## Índice

Introducción	4
Estado de la cuestión	6
Efectos de la automatización y digitalización sobre la cantidad de empleo	6
Probabilidad de que una ocupación o un puesto de trabajo sea automatizado y determinantes de dicha probabilidad.	12
Cambios en el perfil de cualificaciones que el mercado laboral demanda	14
Discusión de resultados	17
Conclusiones	19
Bibliografía	21

# 1. Introducción.

Desde la primera revolución industrial se observa claramente que los cambios tecnológicos relevantes, aunque promueven el crecimiento y la productividad, generan a su vez cambios notables en el mercado laboral. La denominada “*Cuarta Revolución Industrial*”, según Schwab (2017), en la que la automatización y la digitalización están teniendo un papel relevante, no es una excepción. Su repercusión en el mercado laboral está siendo importante. En concreto, existen varias cuestiones relevantes cuyas respuestas todavía permanecen abiertas: ¿la automatización y digitalización están destruyendo empleo o creándolo?, ¿qué tipo de ocupaciones son más susceptibles de ser automatizadas y/o digitalizadas y por qué? ¿Cómo está cambiando el perfil de cualificaciones que el mercado laboral demanda?

Dado que las respuestas a estas preguntas, desde el campo de la literatura económica están siendo múltiples y controvertidas, el primer objetivo de este estudio es condensar los resultados recogidos en los estudios al respecto, para dar una visión completa del estado de la cuestión sobre la automatización, la digitalización y sus repercusiones en el mercado laboral, así como para obtener un diagnóstico sobre los efectos positivos y negativos, transitorios y permanentes, que la automatización y la digitalización, están teniendo sobre el mercado laboral.

Basándonos en este diagnóstico, el segundo objetivo de este estudio es dar recomendaciones prácticas, que permitan paliar los efectos adversos observados y tomar ventaja de las oportunidades que emergen.

El efecto adverso principal de la automatización es el efecto desplazamiento, término acuñado por Acemoglu y Restrepo (2019) que se refiere a la reducción en la demanda de trabajo para las ocupaciones que son automatizadas y reasignación de la mano de obra desplazada por la automatización en otras ocupaciones. En el fenómeno de automatización se observa una heterogeneidad en la que es fácil distinguir una tendencia muy clara a la automatización en ciertas ocupaciones, y también se observan otras que son muy difícilmente automatizables. La literatura prefiere referirse a tareas,

en lugar de ocupaciones, ya que disminuye la complejidad del análisis a la vez que aumenta el nivel de concreción Arntz et al. (2016). Esta información que se expone detalladamente más adelante, puede guiar a un modelo de especialización productiva de las economías, que si se realiza en áreas de bajo riesgo de automatización, tendrá las menores fluctuaciones de empleo posibles.

A continuación, analizaremos los rasgos principales del proceso de automatización y por qué se lleva a cabo, así como su relación con la fuerza laboral. También veremos los efectos directos de la automatización sobre el mercado laboral, centrándonos en el empleo y siguiendo la descomposición económica de dichos efectos de Acemoglu y Restrepo (2019), y posteriormente una descomposición de Gregory et al. (2018), teniendo un buen marco de referencia. Veremos la importancia de la inversión en capital humano (en una buena formación) a la hora de lidiar en un futuro con un mercado laboral en el cual la automatización está cada vez más presente.

Luego se exponen las estadísticas en cuanto a riesgos de automatización de Estados Unidos, Europa y España, obtenidas mediante dos metodologías clave de Arntz et al. (2016) y Frey y Osborne (2017), acudiendo al análisis de Doménech et al. (2018) para el caso concreto de España.

Analizaremos las diferencias clave entre las economías estudiadas para esclarecer los factores que elevan y disminuyen el riesgo de automatización al que se exponen las economías. Lo cual nos lleva a una serie de cambios a los que los mercados laborales se están sometiendo a causa de la automatización, y esto implica cambios relevantes a las cualificaciones más y menos necesarias para que las personas estén bien posicionadas en su mercado laboral.

Tras haber analizado con cierto detalle la cuestión relativa al proceso de automatización que estamos viviendo, podremos basarnos en los hechos para hacer recomendaciones que sean de utilidad para economías, empresas y personas, ya que todos estamos involucrados en la cuarta revolución industrial.

## **2. Estado de la cuestión**

### **2.1. Efectos de la automatización y digitalización sobre la cantidad de empleo**

En todas las ocupaciones, la decisión de automatizar determinados puestos de trabajo depende, por un lado, de la viabilidad tecnológica que conlleva la automatización de dicho puesto de trabajo y, por otro lado, del aumento de eficiencia económica, que supone pasar de un puesto de trabajo no automatizado a un puesto de trabajo automatizado. Es decir, que la automatización, aunque sea tecnológicamente posible, solo es viable si se consigue una mejora en términos de eficiencia económica que compense los costes de su puesta en marcha. Los estudios que analizan los efectos de la automatización y digitalización sobre el empleo se apoyan en dos supuestos teóricos:

El primer supuesto es que la automatización (digitalización) y el trabajo actúan como inputs sustitutivos y, en consecuencia, a mayor automatización de la economía habrá menor demanda de trabajo, que está asociada a mayor nivel de desempleo y menores salarios. Este supuesto se cumple para ciertas ocupaciones cuyas tareas son más simples y además se basan en esfuerzos físicos, rutinarios y cuyo entorno sea más predecible. Este efecto desplazamiento implica un cambio en el contenido de tareas de la producción, de forma que la automatización conlleva una disminución del peso del trabajo en la producción a favor del capital.

El segundo supuesto es que la automatización (digitalización) y el trabajo se comportan como inputs complementarios y, por tanto, la automatización y digitalización de la economía puede conllevar un incremento de la demanda de trabajo, lo cual lleva a un aumento del empleo y los salarios. El efecto productividad recoge el hecho de que la automatización y digitalización son también medios asistenciales, ya que dentro de una misma ocupación aumentan la productividad de las tareas no automatizables. Esto a su vez, acrecienta la demanda de trabajo para la ejecución de dichas tareas. Como ejemplos importantes tenemos los mercados financieros, en los que la digitalización permite la

disposición de grandes cantidades de información, para ser utilizada por trabajadores altamente cualificados sin que estos tengan que recurrir a recopilarla o procesarla manualmente, lo que mejora enormemente la velocidad en la toma de decisiones. Otro claro ejemplo es el campo de la salud, en el que la digitalización y automatización en aspectos como: la computarización del procesado de imágenes de rayos X, las agendas informatizadas de citas con los pacientes, la informatización de los historiales clínicos o las recetas electrónicas asociadas a las tarjetas sanitarias individuales. Mejoran la productividad del personal médico, lo que se traduce en mejoras de la cantidad y calidad de vida.

En cuanto a la magnitud de estas ganancias en productividad ligadas a la automatización, las características del mercado laboral juegan otra vez un papel fundamental. En un contexto de salarios altos y oferta de trabajo escasa, la automatización genera un efecto productividad elevado. Cuando los salarios son bajos y el trabajo es abundante, la automatización aparece ligada a modestas mejoras de productividad.

Ambos supuestos no son incompatibles, y estos elementos están presentes en Acemoglu y Restrepo (2019), quienes se hacen eco del papel de la automatización y el trabajo como inputs tanto sustitutivos como complementarios, denominando al primero “*el efecto desplazamiento*”, mientras que el segundo lo denominan “*el efecto productividad*”. El efecto desplazamiento recoge el hecho de que, debido a la automatización, algunas tareas previamente realizadas por trabajadores, a partir de un shock de mejora tecnológica de automatización, pasan a ser llevadas a cabo exclusivamente con input capital, permitiendo ahorro en costes, a los cuales afecta el tipo de interés (precio del capital) y el salario (precio del trabajo). Ejemplos ilustrativos son el uso de robots industriales expuesto por Graetz y Michels (2018) y el uso de software e inteligencia artificial en áreas como la logística, la contabilidad y el comercio.

Cabe destacar la necesidad de viabilidad económica de la automatización, ya que tras una mejora tecnológica en los medios de automatización, esta no se llevará a cabo si la mejora en los beneficios esperados en periodos futuros (principalmente por la

reducción de costes y el aumento de productividad) no supera los costes de su implementación. Es por esto que las economías cuyas producciones están basadas en el input trabajo, debido a que los costes laborales son bajos, no tienen incentivos económicos para salir de esta dinámica, pues la automatización, aunque de llevarse a cabo incrementaría la producción nacional, no se pone en marcha porque no mejora la eficiencia económica.

Adicionalmente, Acemoglu y Restrepo (2019) señalan un tercer efecto al que denominan como “*efecto reposición*”. Este efecto recoge el hecho de que la automatización y la digitalización implican la creación de nuevas tareas o nuevas ocupaciones que no solo incrementan la demanda de trabajo, sino que generan un efecto positivo sobre la proporción de trabajo utilizada en la producción. Aunque el software y los ordenadores han reemplazado al input *trabajo* en algunas tareas, simultáneamente han supuesto la creación de nuevas ocupaciones como aquellas relacionadas con la programación, desarrollo de apps y seguridad en el tratamiento de la información, entre otras.

En consecuencia, si el efecto desplazamiento es mayor que los efectos productividad y reposición, la automatización reduce la demanda de trabajo y conduce a una menor participación del trabajo en la función de producción, lo que se traduciría en una tasa de crecimiento de los salarios por debajo de la tasa de crecimiento de la productividad. Usando las palabras textuales de Acemoglu y Restrepo (2019, p 10): “*Automation therefore increases the size of the pie, but labor gets a smaller slice*”.

La complejidad se acrecienta cuando, además de los efectos señalados, estos autores tienen en cuenta un “*efecto composición*” que recoge las reasignaciones de trabajo entre sectores. También un “*efecto offshoring*”, derivado del traslado de producciones fuera del país<sup>1</sup>. Precisamente, Micco (2019), detecta que las empresas estadounidenses ligadas a sectores u ocupaciones más inclinados a la automatización, han mejorado su ventaja comparativa respecto a otros países con bajo nivel de implantación de robots, estimando que el empleo en las ocupaciones con mayor riesgo

---

<sup>1</sup> La pandemia y la ruptura de las cadenas de suministro está produciendo efectos importantes al respecto (Antràs, 2020).



de automatización descendió a una tasa anual entre el 2 y 2,5% durante el periodo 2002-2016.

Todos estos efectos fundamentan el estudio empírico que Acemoglu y Restrepo (2019) llevan a cabo sobre la evolución de la demanda de trabajo en el periodo 1987-2017 en EEUU. En este periodo se detecta una desaceleración de la demanda de trabajo estadounidense, debido a una ralentización del crecimiento de la productividad. (1,54% de tasa de crecimiento anual en términos medios, frente al 2,4% de tasa de crecimiento anual en el periodo 1947-1987) y a una caída de la participación del trabajo en la producción como consecuencia de una disminución del efecto reposición (el cual incrementa la demanda de trabajo, un 0,35% por año en comparación a un 0,48% anual en 1947-1987) y un aumento del efecto desplazamiento (el efecto desplazamiento redujo la demanda de trabajo en 0,7% anual comparado al 0,48% anual en 1947-1987)<sup>2</sup>.

Esto corrobora el trabajo de Autor y Salomons (2018) quienes sostienen que “*los actuales cambios tecnológicos están trayendo consigo descensos en la participación del trabajo en la producción de las economías*”, descensos que no se detectaron en décadas anteriores, ya que en estas el efecto reposición era de mayor magnitud que actualmente; a su vez, el efecto desplazamiento era menor. Pero cabe aclarar que es difícil asegurar la certeza de esta afirmación. La automatización se ve envuelta entre otros procesos como: aumentos o recortes de gasto público (que afectan respectivamente de forma positiva o negativa al nivel de empleo), las transiciones sectoriales que, por su naturaleza estructural, tardan un cierto tiempo en tomar efecto y empezar a reubicar fuerza de trabajo de los sectores automatizados en otros y el “*offshoring*”, que afecta negativamente al mercado laboral de las economías cuyo nivel salarial es mayor.

Los distintos efectos o canales de transmisión mencionados, están presentes en otros muchos estudios, si bien el saldo de dichos efectos lleva a posiciones más optimistas. Gregory et al. (2018) investigan el efecto de las tecnologías que reemplazan tareas rutinarias sobre el empleo en el contexto europeo, fijándose para ello en tres canales que enumeramos y describimos brevemente a continuación.

---

<sup>2</sup> Estas estimaciones se hacen bajo el supuesto de mercados competitivos. Cambios en el poder de negociación de las empresas o trabajadores, así como cambios en el mark-up de los mercados pueden modificar las estimaciones.

El primero es el “*efecto ahorro de trabajo*”, que tiene un impacto negativo sobre el empleo y es equivalente al “*efecto desplazamiento*” de Acemoglu y Restrepo (2019), que refleja que el capital sustituye al trabajo debido a un ahorro en costes (eficiencia económica). El segundo efecto es que este ahorro en costes se traslada al consumidor por medio de un descenso del precio de los outputs comercializables y, por tanto, aumentará el consumo porque la bajada del nivel de precios conlleva un incremento de la cantidad de productos comercializables demandada. A este efecto lo denominan “*efecto demanda de producto*”. A través de este canal la automatización impacta positivamente al nivel de empleo. Además, como consecuencia de la creación de empleo, aumentan los ingresos de estos trabajadores. El mayor poder adquisitivo de los trabajadores les lleva a crear externalidades positivas en productos no comercializables que repercuten positivamente en el empleo local. A este efecto, lo denominan “*efecto externalidad en la demanda de productos*”. Siendo que a través de estos dos últimos efectos la automatización aumenta la demanda de empleo, se puede decir que son acordes al “*efecto reposición*” de Acemoglu y Restrepo (2019).

Utilizando este marco de trabajo y usando datos del periodo 1999-2010 de veintisiete países europeos, Gregory et al. (2018) demuestran que el efecto total de la automatización de tareas rutinarias sobre el empleo es positivo. En particular, estiman que el empleo aumentó como mínimo en 14,63 millones de trabajos, entre 1999-2010, como consecuencia de este tipo de tecnologías<sup>3</sup>. Detectan que en la actualidad las pérdidas de empleo como consecuencia del efecto ahorro de trabajo por la automatización de tareas rutinarias son contrarrestadas por los efectos positivos sobre la creación de empleo de demanda de producto y externalidad en la demanda de producto, lo que demuestra la importancia de distinguir entre productos comercializables y no comercializables. En concreto, estiman que cada trabajo generado en la industria local de productos comercializables, genera 1,48 trabajos en la industria local de productos no comercializables, como resultado de la incorporación de tecnologías que automatizan tareas rutinarias. Adicionalmente, señalan que los efectos positivos de la automatización sobre el empleo son mayores cuando el mark-up de las empresas no incrementa.

---

<sup>3</sup> En este periodo y en los países analizados el empleo aumento en 23 millones de trabajos, de los cuales un 63’6% se atribuyen a los efectos de este tipo de tecnologías.

Esto no quiere decir que otro tipo de tecnologías ligadas a automatización y digitalización no conduzcan a incrementos del desempleo. Principalmente es necesario atender al sector en que se aplican las tareas que se automatizan, así como a los niveles salariales de la ocupación. Se detectan repercusiones adversas de la automatización sobre el empleo en el caso de la industria robótica en EEUU, Acemoglu y Restrepo (2017), y en Europa, Chiacchio et al. (2018).

En el caso de la inteligencia artificial, Georgieff y Hye (2022) detectan, a partir de los datos recabados en veintitrés países de la OECD durante el periodo 2012-2019, que, si bien el empleo creció en casi todas las ocupaciones durante el periodo analizado. En aquellas ocupaciones en las el uso del ordenador es alto, se observó un mayor crecimiento del empleo cuanto mayor es su exposición a la inteligencia artificial. Como posible explicación, se esgrime que la inteligencia artificial implica un aumento en la productividad de los trabajadores con competencias digitales.

De hecho, se suele asumir que automatización (digitalización) y trabajadores poco cualificados se comportan como inputs sustitutivos, mientras automatización (digitalización) y trabajadores altamente cualificados son complementarios. Autor (2015) establece que esta es la explicación de la creciente polarización del mercado de trabajo de EEUU. Leduc y Liu (2022) se suman a este mismo argumento y añaden otro elemento a tener en cuenta: el hecho de que la automatización debilita el poder de negociación de los trabajadores. Presentan evidencia referente al periodo 2001-2019, que muestra que el descenso en los costes de automatización, está significativamente asociado con menores salarios reales en las industrias más expuestas a la automatización. No obstante, no se puede negar la importancia de la participación de los sindicatos en la forma en la que se lleva a cabo la automatización, Guimarães y Mazedo (2022) concluyen que la caída de la participación sindical en EEUU se debe en mayor medida a la automatización per se, que a la caída del poder de negociación de los trabajadores. Esto nos lleva a pensar que la automatización es un factor que, además de influir directamente en el nivel de empleo, hace variar los mecanismos de transmisión de los shocks de la economía. Leduc y Lui (2022) establecen que la automatización es un mecanismo relevante que causa una amplificación de los ciclos a los que esté previamente sometido el mercado laboral y también tiene un efecto contra cíclico sobre

la participación del trabajo en los ingresos. Además, concluyen que la existencia para las empresas de la opción de automatizar un puesto de trabajo implica un incentivo para la creación de empleo, lo cual contrarresta el efecto desplazamiento. La automatización actuará de manera procíclica, haciendo que el paro aumente más en ciclos recesivos pero también que se reduzca más en ciclos expansivos.

Por tanto, para resumir los efectos de la automatización sobre los mercados laborales, aunque ciertos sectores y actividades altamente expuestas a la amenaza de la automatización verán caídas inmediatas en el empleo, este efecto desplazamiento se verá amortiguado por el efecto productividad y el efecto reposición, y en función de la magnitud de estos es posible que se den aumentos del empleo en ocupaciones menos expuestas al riesgo de automatización. En general, para el mercado laboral de una economía, la automatización aumenta la productividad y reduce la participación del trabajo en la producción y posiblemente a largo plazo incrementa el empleo y los salarios, si bien de forma no homogénea.

## **2.2. Probabilidad de que una ocupación o un puesto de trabajo sea automatizado y determinantes de dicha probabilidad.**

En el trabajo de Frey y Osborne (2017) sobre el riesgo de automatización en EEUU, estos autores estiman que el 47% de las ocupaciones presentes del mercado laboral estadounidense están en riesgo de automatización, ya que superan el umbral del 70% de riesgo de automatización, porcentaje que por convenio en la literatura se considera alto riesgo. Sin embargo, la mayoría de trabajos posteriores apuntan a una sobreestimación en los cálculos de Frey y Osborne (2017), señalando que las estimaciones son más precisas si se calcula el riesgo de automatización de las distintas tareas que cada ocupación requiere, dado que una misma ocupación puede conllevar la ejecución de tareas con distintos grados de exposición a la automatización. Siguiendo este enfoque centrado en las tareas, Arntz et al. (2016) estiman que el riesgo de automatización para veintiún países de la OECD se sitúa en torno al 9% de los trabajos.

Aplicando ambas metodologías para el caso de España y mediante los datos de la encuesta de población activa en el periodo 2011-2016, Doménech et al. (2018) estiman que en España el 36% del empleo se encontraría en esa franja de riesgo elevado de ser automatizado siguiendo la metodología de Frey y Osborne (2017). Esta cifra bajaría al 10% aplicando la metodología de Arntz et al. (2016). La diferencia entre los porcentajes de EEUU y España, se explica por las diferencias en la especialización sectorial que hay entre ambas economías. Según datos del observatorio de complejidad económica (OEC), en E.E.U.U. existe una importante especialización en industrias productoras de maquinaria, vehículos, circuitos integrados, así como de productos químicos e hidrocarburos, se trata de producciones que requieren una gran cantidad de tareas habitualmente consideradas automatizables y aumenta el porcentaje de empleos en riesgo. Mientras que según los datos del instituto nacional de estadística (INE), en España ejerce cierta presión a la baja el mayor peso del sector servicios y en concreto de actividades con menor riesgo de automatización, como las relacionadas con el turismo, la hostelería y el empleo doméstico.

Esta explicación es acorde a Crowley et al. (2021) que muestran que las regiones europeas más vulnerables a la automatización, son aquellas con mayor proporción de trabajadores en los sectores administrativo y comercial, así como los de operadores de maquinaria y ensambladores. En otras palabras, el modelo productivo del país influye sobre el riesgo de automatización al que se expone la economía. Los trabajadores ocupados en el sector servicios, tienen menos riesgo de ser sustituidos por máquinas que los de la industria o la agricultura. No obstante, hay una importante heterogeneidad en el grado de exposición a un cierto riesgo de automatización de las ocupaciones pertenecientes al mismo sector. Es más observable en el sector servicios, en el que ocupaciones ligadas a la dirección y al campo de la salud son menos susceptibles de automatización, mientras que las ocupaciones administrativas y las de ventas son mucho más susceptibles de automatización. Podemos tomar como ejemplo la digitalización de las ventas de todo tipo de empresas, que actualmente proveen un servicio de venta totalmente on-line.

Si en lugar de ocupaciones y sectores productivos, se gira el foco de nuestro análisis hacia el grupo de trabajadores más vulnerables ante la automatización y

digitalización, vemos claramente en la literatura al respecto, que el nivel educativo juega un papel clave. En sus estudios, Doménech et al. (2018) para España, Nedelkoska y Quintini (2018) para países de la OECD, así como Frey y Osborne (2017) para el caso de Estados Unidos, coinciden en que los trabajadores menos cualificados son los que tienen una mayor probabilidad de perder su empleo como consecuencia de la automatización. La explicación es que una mayor educación permite adquirir habilidades que potencian la complementariedad entre la automatización (digitalización) y el trabajo. Nedelkoska y Quintini (2018) y Doménech et al. (2018) coinciden en que la probabilidad de automatización es comparativamente más elevada en los empleos que son más rutinarios y cuyo entorno es más predecible, que esas características los hacen susceptibles de automatización, sobre todo si su desempeño requiere de esfuerzos físicos, los cuales las máquinas realizan de manera más eficiente y precisa.

Cuando analizamos las franjas de edad empleadas en este tipo de ocupaciones más expuestas a la automatización, vemos malas noticias para los jóvenes pues son el principal colectivo empleado en dichas actividades.

Si analizamos en función del género, encontramos cierta diversidad de resultados en los estudios, que apuntan a que la exposición de una mujer y un hombre al riesgo de automatización, no es significativamente relevante. Doménech et al. (2018) no advierten una brecha significativa ya que, si bien en ocupaciones STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) las mujeres están infrarrepresentadas, su mayor presencia en ocupaciones vinculadas a la salud, la educación y los cuidados (difícilmente automatizables) hacen que de manera agregada la diferencia entre el riesgo de que el puesto de una mujer y un hombre sean automatizados no es significativa.

### **2.3. Cambios en el perfil de cualificaciones que el mercado laboral demanda**

Una de las explicaciones que se esgrimen acerca de la actual ralentización del crecimiento en productividad es el mal emparejamiento entre las habilidades de las que los trabajadores disponen y aquellas que demandan las nuevas tecnologías Acemoglu y Restrepo (2019). Conociendo las capacidades actuales de los sistemas de automatización y las tareas que llevan a cabo, así como las tareas que actualmente se

exponen a una mayor probabilidad de ser automatizadas, podemos ver que las habilidades más importantes (expuestas en los blogs de Bankinter y Zety) a la hora de contar con ventaja en el mercado laboral actual y en el futuro cercano son: trabajo en equipo, razonamiento analítico, adaptabilidad, persuasión, negociación, manejo de idiomas, ofimática, liderazgo (gestión de personal), gestión de recursos, capacidad organizativa, lenguajes de programación, análisis e interpretación de datos, predicción de riesgos, así como el manejo de máquinas y herramientas acordes a la ocupación. Dawson, Rizoiu y Williams (2021) argumentan que si dos habilidades son habitualmente requeridas para una cierta ocupación, se trata de habilidades complementarias, y el dominio de una, facilita el aprendizaje de la otra.

No debemos confundir las habilidades con las aptitudes. Felten et al. (2018) establecen que *“las aptitudes difieren de las habilidades en que no pueden ser adquiridas ni aprendidas fácilmente”*. Son similares a las habilidades en el hecho que se ven implicadas en el desempeño de las tareas y, por tanto, aumentan la productividad del trabajador (un chofer será más eficaz si tiene mejores reflejos o mejor vista periférica, por ejemplo).

Dicho esto, cabe destacar que la automatización y la inteligencia artificial son procesos diferentes, aunque en el ambiente tecnológico actual esta distinción es bastante difusa y se les suele citar colectivamente como *“Industria 4.0”* Crowley et al. (2021). La automatización consiste en el desempeño de tareas necesarias en el proceso productivo mediante capital físico, prescindiendo parcial o totalmente del capital humano. La IA, por otra parte, está avanzando para dotar a los autómatas de aplicaciones que les permitan equiparar sus habilidades y aptitudes a las de las personas, con la intención de otorgar a los autómatas aptitudes para el desempeño de tareas no rutinarias que exijan un buen criterio.

Según los cálculos de Georgieff y Hye (2021) con los datos aportados por Felten, et al. (2019), las aplicaciones informáticas, en las que más ha progresado el desempeño de la inteligencia artificial, son equivalentes a las siguientes habilidades: ordenación de información, memorización, velocidad de percepción, velocidad de reconocimiento, reconocimiento en condiciones adversas, atención selectiva (ignorar distracciones,

concentración), razonamiento deductivo, inductivo y matemático, visualización, orientación espacial, visión cercana, percepción de profundidad, detección de problemas. Además, también ha habido amplios progresos en sus capacidades de comunicación, tanto en cuestión de comprensión como expresión y aunque parezca sorprendente... en originalidad.



### **3. Discusión de resultados.**

Lo expuesto hasta aquí revela los siguientes hechos:

1. El efecto de la automatización sobre el empleo es ambiguo.
2. El efecto de la automatización sobre la productividad es positivo.
3. La automatización lleva aparejada un cambio en las habilidades que las empresas demandan.
4. Trabajadores poco cualificados y automatización tienden a ser sustitutivos.
5. Trabajadores cualificados y automatización tienden a ser complementarios.
6. La probabilidad de automatización de una tarea depende de si aumenta o no la eficiencia económica de la empresa.

En consecuencia y en aras a potenciar los efectos positivos de la revolución industrial 4.0 y paliar sus efectos adversos, se deberían implementar estas actuaciones en función de los siguientes ámbitos:

#### **I. Educación:**

1. Dar énfasis a la promoción de la formación en las tecnologías emergentes, para que el progreso técnico le sea complementario y no sustitutivo.
2. El proceso de formación debería ser continuo en aras de mejorar los conocimientos y las habilidades de manera continuada, a lo largo de toda la vida laboral.
3. Adaptar la formación a una fuerza de trabajo cada vez más heterogénea.

## II. Empleo:

1. Promover la automatización y digitalización de las empresas cualquiera que sea su tamaño.
2. Intervención del Estado y de los agentes sociales para que la transición hacia entornos automatizados sean lo menos gravosas posible para los trabajadores afectados. Por ejemplo, a través de programas de reciclaje de parados provenientes de ocupaciones automatizadas.

## 4. Conclusiones

Con una imagen más clara de las características de la digitalización y la automatización, hemos visto que aunque a corto plazo la aplicación del progreso técnico tiene efectos negativos sobre el empleo, a largo plazo estos pasan a ser de desplazamiento y además, las mejoras en productividad crean un efecto positivo sobre el empleo, lo que hace que el efecto a largo plazo del progreso tecnológico sea positivo. En concreto, la automatización a largo plazo crea más empleo del que reemplaza en el proceso productivo, ahora ya, en sectores productivos con ocupaciones basadas en esfuerzos físicos, tareas repetitivas y con entornos predecibles, el proceso de automatización está cambiando la función de producción a favor del capital físico que son los autómatas, desplazando la fuerza de trabajo, la cual deberá establecerse en ocupaciones distintas, con menor riesgo de automatización. Hemos visto que las ocupaciones menos amenazadas se encuentran en el sector servicios y en concreto, las de asistencia a las personas son las que menor riesgo afrontan. También hay evidencias de que las ocupaciones de alto componente digital son más complementarias a la digitalización, automatización y a la inteligencia artificial, viendo mejores índices de empleo conforme avanza el progreso técnico.

El papel de las administraciones públicas y privadas en este entorno de transición tecnológica tiene tres componentes: económicamente, en el corto plazo, deben tratar de reducirse los efectos negativos para el mercado laboral que desencadena la automatización, como el aumento del desempleo y la reducción del poder de negociación de los trabajadores, a la vez que se agiliza el proceso de automatización para que estos efectos no se extiendan en el tiempo más de lo necesario. De cara al medio y largo plazo, se debería actuar para asegurar las mejoras en la productividad ligadas a la automatización.

Por último, sería lo más adecuado fomentar lo máximo posible el sistema educativo y otros medios de formación, además de mantenerlos actualizados y en

constante mejora, pues la automatización (acumulación de capital físico) y la formación (acumulación de capital humano) son motores en el aumento de productividad de las economías, además, la formación fomenta la complementariedad entre el capital humano y los autómatas. Las tecnologías que trae consigo la “*industria 4.0*” prometen facilitar el crecimiento económico, y siendo esta la cuarta revolución industrial, sabemos que van sucediendo conforme avanza nuestra tecnología y sería erróneo pensar que esta es la última. Con lo cual las mejoras descritas provenientes de la automatización, digitalización e inteligencia artificial, probablemente se vean apoyadas por nuevos avances futuros, lo que mejoraría las perspectivas.

## 5. Bibliografía

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *The Journal of Economic Perspectives: A Journal of the American Economic Association*, 33(2), 3–30.  
<https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>
- Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. Employment and Migration Working Papers, No. 189,.
- Autor, D., Autor, D., Salomons, A., & Salomons, A. (2018). Is automation labor share-displacing? Productivity growth, employment, and the labor share. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2018(1), 1–87.  
<https://doi.org/10.1353/eca.2018.0000>
- Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29, 3–30.
- Bankinter: blog de economía y finanzas.  
<https://www.bankinter.com/blog/empresas/asi-estan-cambiando-las-habilidades-mas-buscadas-por-las-empresas-para-los-trabajadores-del-futuro-infografia>
- Chiacchio, F., Gradeva, K., & Lopez-Garcia, P. (2018). The post-crisis TFP growth slowdown in CEE countries: Exploring the role of global value chains. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3161312>
- Crowley, F., Doran, J., & McCann, P. (2021). The vulnerability of European regional labour markets to job automation: the role of agglomeration

- externalities. *Regional Studies*, 55(10–11), 1711–1723.  
<https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1928041>
- Dawson, N., Williams, M.-A., & Rizoïu, M.-A. (2021). Skill-driven recommendations for job transition pathways. *PloS One*, 16(8), e0254722.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254722>
  - Doménech R, García JR , Montañez M , Neut A. (2018). Afectados por la revolución digital: el caso de España. *Papeles de economía española* 156, 128-145.
  - Felten, E., Raj, M., & Seamans, R. C. (2019). The effect of artificial intelligence on human labor: An ability-based approach. *Academy of Management Proceedings*, 2019(1), 15784. <https://doi.org/10.5465/ambpp.2019.140>
  - Felten, E. W., Raj, M., & Seamans, R. (2018). A method to link advances in artificial intelligence to occupational abilities. *AEA Papers and Proceedings. American Economic Association*, 108, 54–57.  
<https://doi.org/10.1257/pandp.20181021>
  - Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
  - Georgieff, A., & Hye, R. (2022). Artificial intelligence and employment: New cross-country evidence. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5, 832736.  
<https://doi.org/10.3389/frai.2022.832736>
  - Gregory, T., Salomons, A., & Zierahn, U. (2018). Racing with or against the machine? Evidence from Europe. *SSRN Electronic Journal*.  
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3275421>

- Guimarães, L., & Mazed Gil, P. (2022). Explaining the labor share: Automation vs labor market institutions. *Labour Economics*, 75(102146), 102146. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2022.102146>
- INE. Instituto Nacional de Estadística. Datos recuperados el 15 de septiembre de 2023 de <https://www.ine.es> - INEbase / Economía, INEbase / Servicios
- Leduc, S., Federal Reserve Bank of San Francisco, Liu, Z., & Federal Reserve Bank of San Francisco. (2022). Automation, bargaining power, and labor market fluctuations. *Federal Reserve Bank of San Francisco, Working Paper Series*, 01–43. <https://doi.org/10.24148/wp2019-17>
- Micco, A. (2019). *Automation, Labor Markets, and Trade*. Working Papers 486, University of Chile, Department of Economics.
- Michaels., G. G. A. (2018). Robots at Work. *Review of Economics and Statistics* 100, 5, 753–68.
- Nedelkoska, L, Quintini, G. (2018). Automation, skills use and training. *Employment and Migration Working Papers, No. 202*. .
- Estados Unidos. (s/f). OEC - The Observatory of Economic Complexity. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de <http://oec.world/es/profile/country/usa>
- Schwab, K. (2018). The fourth industrial revolution (Industry 4.0) a social innovation perspective. *Tap chí Nghiên cứu dân tộc*, 23. <https://doi.org/10.25073/0866-773x/97>
- Zety: blog de asistencia curricular [Habilidades más buscadas: +50 ejemplos para tu CV \(zety.es\)](https://www.zety.es)