

Impacto y Retos sobre el Mercado de Trabajo y el Bienestar



Centre d'Estudis Sociològics
sobre la Vida Quotidiana
i el Treball

Capítulo 3.

LA TRANSFORMACIÓN DEL EMPLEO EN ESPAÑA DERIVADA DE LA AUTOMATIZACIÓN Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Josep Lladós

UAB

Universitat Autònoma
de Barcelona



Obra Social "la Caixa"

Josep Lladós

Estudis d'Economia i Empresa
Universitat Oberta de Catalunya
jlladosm@uoc.edu

Cómo citar este capítulo:

Lladós, Josep (2018): “La transformación del empleo en España derivada de la automatización y la inteligencia artificial”. En Fausto Miguélez (coord.) *La revolución digital en España. Impacto y Retos sobre el Mercado de Trabajo y el Bienestar*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/190321>

► 3. La transformación del empleo en España derivada de la automatización y la inteligencia artificial

JOSEP LLADÓS

RESUMEN ►

Apenas empezamos a percibir las primeras manifestaciones de un proceso de creciente automatización de la actividad económica, que tendría en los avances en la inteligencia artificial y la robótica sus principales elementos propulsores.

Esta nueva ola de cambio tecnológico se presenta como potencialmente disruptiva y de naturaleza distinta a las anteriores, porque las tecnologías emergentes tienen la capacidad para sustituir habilidades tanto manuales como cognitivas y porque los avances en las aptitudes relacionadas con la lógica, el cálculo, el procesamiento de información y el aprendizaje automático progresan muy rápidamente.

Los cambios tecnológicos sustituyen tareas, demandan nuevas capacidades y exigen reorganizar los puestos de trabajo. Pero también estimulan complementariedades, generan nuevas ocupaciones e impulsan la productividad y la renta. La adopción de nuevas tecnologías no se realiza en un espacio vacío sino en un entorno social, legal y regulatorio concreto. Se trata de comprender pues qué efectos distintos puede tener la automatización digital en la oferta y demanda laboral, identificar las políticas de adaptación más convenientes y promover los cambios regulatorios e institucionales necesarios para transformar este reto en una oportunidad de progreso social.

3. La transformación del empleo en España derivada de la automatización y la inteligencia artificial

Josep Lladós

Contenidos

3.1. APROXIMACIÓN A LA RELACIÓN ENTRE AUTOMATIZACIÓN Y EMPLEO	85
3.2. ADAPTACIÓN DEL ANÁLISIS AL NUEVO ESCENARIO TECNOLÓGICO	89
3.3. PRIMERAS ESTIMACIONES DE IMPACTO POTENCIAL	93
3.3.1 ANÁLISIS DE LAS OCUPACIONES	93
3.3.2. APROXIMACIONES METODOLÓGICAS ALTERNATIVAS	95
3.4. ESPECIFICIDADES DEL MERCADO LABORAL ESPAÑOL	100
3.4.1. LOS CAMBIOS EN EL EMPLEO TRAS EL AJUSTE A LA CRISIS FINANCIERA	101
3.4.2. CAMBIOS EN LA NATURALEZA DE LAS HABILIDADES	105
3.4.3. ¿UN IMPACTO NEGATIVO MÁS INTENSO EN ESPAÑA?	107
3.5. PERSPECTIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO	112
3.6. ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN	115
BIBLIOGRAFÍA	117

3.1. APROXIMACIÓN A LA RELACIÓN ENTRE AUTOMATIZACIÓN Y EMPLEO

La incorporación de nuevos conocimientos a la actividad productiva es uno de los principales factores de progreso económico. Ciertamente, los avances tecnológicos y científicos desarrollados en el último siglo no han tenido precedentes y su aplicación generalizada a la actividad económica ha facilitado a los países más avanzados tecnológicamente obtener ganancias de productividad considerables.

En las últimas décadas, la revolución digital ha acelerado incluso el ritmo de cambio tecnológico, con el desarrollo de numerosas innovaciones y aplicaciones, que han sofisticado los procesos productivos, las tecnologías empleadas, los bienes y servicios comercializados y el propio proceso de consumo, al tiempo que modificaban sensiblemente los conocimientos y habilidades requeridas en los puestos de trabajo.

De ese modo, nuevas técnicas emergen y nuevos conocimientos se aplican a la actividad económica continuamente sin que, más allá de las oscilaciones vinculadas al ciclo económico, esta transformación profunda de las tecnologías de producción haya significado un aumento considerable de los niveles agregados de desempleo (Autor 2015), al tiempo que aumentaban las posibilidades de producción y consumo.

Sin embargo, a lo largo de la historia moderna ha sido recurrente la preocupación sobre los efectos del cambio tecnológico en el mercado laboral. Dado que el progreso técnico mejora la productividad porque, entre otras razones, reduce la cantidad de trabajo necesaria para obtener la misma producción, es legítimo preguntarse sobre los efectos que la aplicación económica de nuevas tecnologías pueda tener en los niveles y la calidad del empleo.

La automatización digital no es un fenómeno nuevo y las evidencias empíricas nos han demostrado que su impacto sobre la demanda laboral agregada no es negativo. Sin embargo, también han puesto de manifiesto que sus consecuencias son relevantes en lo que se refiere a la composición del empleo. En particular, al inducir unos efectos sesgados sobre la demanda de cualificaciones que son bien conocidos: las nuevas tecnologías se complementan mejor con el trabajo de mayor cualificación y tienden a sustituir los empleos que desarrollan tareas más rutinarias y repetitivas. Es decir, la automatización no sólo sustituye y crea empleo, también modifica su composición y lo transforma.

Un punto de partida necesario es comprender la diversidad de elementos que, según la teoría económica, determinan la interacción entre innovación tecnológica y empleo. Las nuevas tecnologías que emergen de la innovación tienen efectos que son proporcionales al alcance con que se adoptan, de modo que las tecnologías de uso más general (como internet o las tecnologías de la información y las comunicaciones) tienen efectos potenciales más amplios que las tecnologías destinadas a procesos productivos concretos.

En general, la tecnología puede tanto complementar a los trabajadores, induciendo mejoras de productividad laboral, como también reemplazarlos mediante una automatización que permite el desarrollo de tareas sin intervención humana. La naturaleza de la automatización es pues

intrínsecamente ahorradora de empleo, ya que reduce los requerimientos de trabajo por unidad de producto. Sin embargo, las oleadas de cambio tecnológico han estado asociadas también con la creación de empleo.

Por un lado, la automatización evidentemente sustituye trabajo pero también genera complementariedades que mejoran la productividad y facilitan el aumento de rentas, induce nuevas formas de organizar la producción, instiga la aparición de nuevas ocupaciones asociadas a la automatización, permite reducir la jornada laboral e incrementa la demanda de nuevos empleos en otras actividades. Por el otro, también exige nuevos requerimientos formativos e induce cambios sustantivos en la escala de retribución salarial, frecuentemente generando efectos de polarización.

Es decir, el cambio tecnológico que sustituye empleo también induce otros mecanismos que pueden compensar con creces la destrucción de ocupación. Significativamente, un análisis reciente de Gregory et al. (2016) realizado a escala regional para la Unión Europea en el período 1999-2010 nos aporta un balance de esta interacción y demuestra cómo el cambio tecnológico que sustituye tareas rutinarias está teniendo un impacto globalmente positivo sobre la demanda de trabajo. Es decir, el efecto directo e indirecto en el empleo agregado inducido por las mejoras de eficiencia y producción ha compensado ampliamente la pérdida del empleo sustituido por la automatización.

Sin embargo, los resultados son muy dispares cuando se compara lo acontecido en las distintas economías regionales. El estudio reconoce que el avance tecnológico es globalmente positivo, pero pone de manifiesto una de sus principales características: no es neutral ni distribuye sus efectos homogéneamente entre la oferta de trabajo, dado que las nuevas tecnologías sustituyen algunas habilidades al tiempo que complementan otras.

En el trabajo de Stewart et al. (2015) se sintetizan los cuatro mecanismos a través de los cuales el cambio tecnológico influye en el nivel de empleo:

- En primer lugar, la aparición de nuevas tecnologías *sustituye empleo*, elevando los niveles de productividad y reduciendo costes y precios. Tradicionalmente, el trabajo físico y manual ha sido el principal damnificado por este efecto sustitución. Sin embargo, la interacción del cambio tecnológico con la globalización de los mercados también ha incidido sobre el nivel y la composición del empleo. Por un lado, debido a los cambios observados en la especialización productiva y la división internacional del trabajo. Por el otro, a consecuencia de que el propio proceso de globalización se beneficia del cambio tecnológico gracias a los avances en las comunicaciones, el transporte, la organización o la movilidad del capital, entre otros.

La globalización y el cambio tecnológico interaccionan e indudablemente continuarán presionando para la reasignación de recursos entre sectores, empresas y ocupaciones. Baldwin (2006) nos indica que estamos entrando en una nueva etapa de globalización, que llama *the second unbundling*, caracterizada por una creciente disociación o fragmentación de actividades que daría lugar a un nuevo paradigma: desde el punto de vista de los efectos de la globalización, la competencia internacional ya no sería tanto entre empresas y sectores sino entre trabajadores que realizan las mismas tareas en países diferentes. De ese modo, el nuevo paradigma de la competencia se situaría a nivel de individuo y de las tareas que pueda realizar satisfactoriamente en su puesto de trabajo.

- En segundo lugar, el cambio tecnológico *directamente crea empleo* en aquellas actividades económicas que son el origen de la innovación tecnológica, ya que se expanden con rapidez y demandan una mayor ocupación. Evidentemente, el reemplazo de tecnologías que se convierten en obsoletas es un proceso dinámico, progresivo y no lineal, pero sin duda alguna favorece los niveles de empleo en los sectores que lideran el cambio y los que estén estrechamente asociados al mismo.
- En tercer lugar, emerge un proceso de *complementariedad entre capital tecnológico y humano* que impulsa el rendimiento y la productividad en aquellas actividades económicas que son más intensivas en el empleo de los conocimientos incorporados en las nuevas tecnologías. Este efecto indirecto probablemente es menos evidente e intuitivo, pero las complementariedades generadas por el uso de innovaciones tecnológicas facilitan una mejora simultánea de los niveles de empleo y productividad porque, mediante el uso de máquinas complejas, se reconfigura el conjunto de tareas característico del puesto de trabajo y las actividades que requieren el uso de conocimientos especializados. Este efecto favorable inducido en la productividad mejora la competitividad, facilita la mejora de la producción y con ella la expansión de demanda laboral con conocimientos especializados.

Una buena muestra de ello es la aplicación de los nuevos desarrollos y aplicaciones tecnológicas digitales en ámbitos como la sanidad, la educación o los servicios profesionales, que ha impulsado la demanda de trabajo con conocimientos especializados al tiempo que promovía mejoras en la eficiencia y rendimiento e incluso en la satisfacción de los usuarios en un entorno de creciente complejidad.

- Finalmente, el cambio tecnológico conlleva el *efecto potencial y colateral de impulsar la demanda agregada* de consumo, incluso en aquellos bienes y servicios ajenos al desarrollo de dichas innovaciones. Cuando la automatización modifica los precios y costes relativos, reduce la jornada laboral o mejora la capacidad adquisitiva de los salarios, la demanda de bienes de consumo tiende a mejorar y con ella se expande el empleo en otras actividades como, por ejemplo, los servicios personales o relacionados con el ocio. La mejora de las rentas induce pues un efecto potencial de desbordamiento en forma de mayor demanda de otras actividades económicas que favorecería un crecimiento del empleo.

Por tanto, cabría inducir que, del mismo modo que en anteriores oleadas de cambio tecnológico, la nueva era de automatización probablemente también inducirá ajustes en el mercado de trabajo. La experiencia reciente nos ha puesto de manifiesto que los efectos de las innovaciones tecnológicas sobre el empleo son heterogéneos, en función de las capacidades de los trabajadores y de las tareas que desarrollan en el puesto de trabajo. En general, se puede predecir que, en el cómputo de ganadores y perdedores del cambio tecnológico, evidentemente influirá si el trabajador desarrolla mayoritariamente o no las tareas que se automatizan y cual sea su capacidad de absorción de las nuevas tecnologías, bien por disponer de las habilidades y conocimientos requeridos o de una capacidad de adaptación flexible al cambio técnico.

En particular, las oleadas precedentes de automatización han evidenciado que el cambio tecnológico es sesgado en habilidades, ya que suele complementar mejor el trabajo más cualificado (*skill-biased technological change*). Los trabajadores con mayor nivel de cualificación tienen mayor capacidad para adaptarse rápidamente al cambio tecnológico y aumentar su productividad. El sesgo es mayor cuando las transiciones tecnológicas son más veloces ya que, en general, a los trabajadores de mayor

calificación les resulta menos costoso adquirir los conocimientos adicionales necesarios para adoptar una nueva tecnología y acomodarse a los cambios organizativos inducidos.

Efectivamente, desde la revolución digital y la irrupción de Internet la composición del empleo ha observado una transformación profunda en las principales economías, en favor de los trabajadores con mayor nivel educativo. Aún más relevante es el hecho de que la prima salarial favorable al empleo más cualificado ha persistido incluso aunque haya mejorado sensiblemente la oferta relativa de trabajadores con educación superior. Como Acemoglu y Autor (2011) indican, probablemente sea el resultado de un proceso endógeno de desarrollo tecnológico en respuesta a la mayor oferta existente de trabajo cualificado.

Progresivamente, esta abundancia ha inducido también el desplazamiento del trabajo con mayor cualificación hacia empleos tradicionalmente ocupados por trabajadores con menor nivel educativo. En parte, posiblemente por la madurez y amplio uso de las tecnologías digitales existentes, que demandan menos empleo cualificado que en la fase inicial de adopción. Pero también debido a que la automatización ha instigado la progresiva descomposición de operaciones complejas en tareas simples, que pueden requerir diferentes niveles de habilidades y conocimientos.

De modo que, en los años más recientes el foco de atención de los efectos del cambio tecnológico en el mercado laboral se ha orientado hacia las tareas que se desarrollan en los distintos puestos de trabajo. Tal y como resalta el trabajo seminal de Autor et al. (2003), el elemento central y crítico para el análisis es que el cambio tecnológico sustentado en la automatización digital no sustituye ocupaciones o puestos de trabajo, sino que reemplaza tareas o funciones (entendidas estas últimas como conjuntos de tareas).

Los autores consideran pues que la tecnología afecta a tareas específicas más que no a cualificaciones concretas. Es necesario identificar y clasificar las tareas de acuerdo con su nivel de rutinización y a su naturaleza manual o cognitiva. La evidencia empírica muestra cómo el progreso tecnológico está tendiendo a reemplazar tareas rutinarias y a complementar habilidades cognitivas (*routine-biased technological change*). Es decir, la aplicación de la automatización vendrá determinada por la naturaleza rutinaria o no rutinaria de las tareas laborales, mientras que la complementariedad de las habilidades estará condicionada por la naturaleza cognitiva o manual de las tareas desarrolladas, como se indica en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Interacción entre tecnología, habilidades y empleo

I. Facilidad de automatización		
	Complementariedad	
	Elevada	Escasa
Riesgo automatización elevado	Rutinarias cognitivas	Rutinarias manuales
Riesgo automatización escaso	No-rutinarias cognitivas	No-rutinarias manuales
II. Efectos estimados		
Tipo de ocupación (en función habilidades)	Impacto previsto en el empleo	Impacto previsto en las rentas

No-rutinarias cognitivas	Positivo	Positivo
Rutinarias cognitivas y manuales	Negativo	Negativo
No-rutinarias manuales	Positivo	Negativo

Fuente: elaboración propia a partir de World Bank (2016) y WTO (2017)

De ese modo, es previsible que la tecnología comparativamente mejore las perspectivas de ocupación de los trabajadores que realizan tareas no rutinarias y que implican habilidades cognitivas. No sólo por ser menos repetitivas y fácilmente reproducibles mediante algoritmos, también porque el apoyo complementario de las tecnologías digitales las convierte en más productivas. En cambio, el escenario es menos favorable para las tareas rutinarias que pueden ser reemplazadas mediante la automatización, sean manuales como cognitivas. El riesgo sería inferior para los puestos de trabajo constituidos por un conjunto de tareas manuales, pero no rutinarias, que no son fácilmente automatizables, aunque estén ocupados por trabajo poco cualificado. Esta aproximación ayudaría a comprender la polarización creciente del empleo, con un descenso de las ocupaciones con niveles intermedios de cualificación. En cualquier caso, la evidencia empírica nos muestra cómo la adaptación al cambio tecnológico se realiza principalmente mediante la modificación en la estructura de tareas que se realiza en cada puesto de trabajo.

3.2. ADAPTACIÓN DEL ANÁLISIS AL NUEVO ESCENARIO TECNOLÓGICO

Sin embargo, cabe tener presente que la evolución anterior del mercado laboral y la influencia que tuvieron sus principales factores determinantes en el pasado no deciden necesariamente su comportamiento futuro (Mokyr et al. 2015). Ese axioma adopta un cariz más taxativo cuando se pretende inferir cual será el efecto de la nueva oleada de automatización, pues los efectos potenciales de esta nueva etapa de cambio tecnológico pueden ser esencialmente disruptivos.

Es bien conocido que las tecnologías digitales no sólo sustituyen habilidades manuales, también son capaces de reemplazar o reproducir algunas habilidades cognitivas. De modo que pretender inferir sus consecuencias en el mercado laboral del futuro exige preguntarnos si esta vez el impacto del cambio tecnológico será diferente. Es decir, cabría preguntarse si presenta algún cariz distinto que pudiera inducir, en un futuro próximo, efectos potenciales imprevisibles en el mercado laboral.

Este contexto de cambio acelerado se caracteriza por la creciente capacidad de cálculo, lógica y gestión de grandes cantidades de información por parte de los ordenadores (*big data*) y los avances en inteligencia artificial, robótica, biotecnología, impresión 3D o aprendizaje automático (*machine learning*), que están abriendo el camino a una nueva oleada de automatización que apunta la sustitución de algunas tareas que tradicionalmente han requerido el empleo de trabajo humano.

Evaluar los efectos potenciales de esta nueva era de automatización es un ejercicio de complejidad inaudita dado que tanto la relación de tecnologías emergentes como sus eventuales aplicaciones

económicas crece a diario. Además, el concepto *Revolución 4.0* no se refiere al surgimiento de una única tecnología concreta sino a una colección de tecnologías que frecuentemente se combinan entre sí, lo que hace incluso más ardua la previsión de sus efectos en el mercado de trabajo.

De hecho, la historia económica nos muestra cómo el desarrollo del cambio tecnológico a lo largo del tiempo no sigue pautas bien delimitadas ni avanza por una senda de trazo rectilíneo, más bien resulta de hechos y decisiones aleatorias y en ocasiones impredecibles. El cambio tecnológico no es un proceso ni lineal ni tampoco determinista. Frecuentemente la aplicación final de una tecnología se desvía sensiblemente de aquel uso y prestaciones que originalmente los responsables de la innovación habían imaginado. Es la consecuencia de un proceso de constante generación de ideas y aplicaciones complementarias o contrapuestas, que finalmente afrontan los designios de un mercado volátil y no pocas veces imprevisible.

La innovación de base tecnológica suele emerger de modo abrupto, progresar desordenadamente y diseminarse poco sistemáticamente entre las actividades económicas. Es un trayecto de naturaleza más caótica que meticulosa en el que, con el paso del tiempo, muchos nuevos actores intervienen para redefinir, alterar y adaptar el uso y naturaleza de la invención original. No pocas veces los procesos de automatización se desarrollan en cascada seguidos por periodos de progresión mucho más lenta e incluso en ocasiones la aceleración de la automatización deriva hacia el uso alternativo de tecnologías que revierten la destrucción de empleo inicial (Acemoglu y Restrepo, 2016). Por ese motivo, muchos de los efectos más profundos del cambio tecnológico son indirectos e impredecibles, principalmente aquellos que pueden acabar generando un mayor volumen de empleo en actividades que originalmente parecen distantes del impacto tecnológico.

La complejidad se acrecienta porque la automatización basada en la inteligencia artificial apunta a un conjunto de disrupciones que pueden afectar a diversos ámbitos de la actividad humana, de modo que las consecuencias pueden ser distintas entre diferentes economías. Significativamente, el trabajo de Meyer (2017) nos habla de la necesidad de aplicar diversos filtros al marco analítico sobre la incidencia e implicaciones de la revolución digital.

La adopción de nuevas tecnologías no se realiza en un espacio vacío sino en un entorno social, legal y regulatorio concreto. De ese modo, no todo lo que vemos como posible va a ser desarrollado, debido a consideraciones éticas y a la regulación que será necesario establecer para definir el marco de actuación e implementación en el ámbito de la inteligencia artificial. Técnicamente, los nuevos desarrollos y aplicaciones exigirán cambios en el marco legal vigente afectado e incluso la emergencia de nuevas áreas normativas, que acabarán definiendo la forma en que las nuevas tecnologías podrán utilizarse.

Además, los efectos potenciales de ganancia en productividad y eficiencia serán objeto de una atención continua. No todo lo que sea técnicamente factible será económicamente rentable para todas las empresas. Es decir, sin la percepción de mejoras apreciables, puede moderarse la magnitud y difusión del impulso inversor previsto. Todas las mejoras en productividad alcanzan, en algún punto, un cuello de botella que es ajeno a la propia tecnología. La disponibilidad de recursos financieros o de las habilidades y conocimientos apropiados puede hacer que la velocidad de adaptación de las nuevas tecnologías sea más incierta y volátil de lo que aparenta.

Por otra parte, la respuesta social a un cambio disruptivo no sólo definirá los usos finales y delimitará el alcance de las nuevas tecnologías, también influirá en la orientación y contenidos regulatorios. La aceptación pública de las nuevas tecnologías también es un factor determinante de su impacto en el mercado laboral. Un grado de preocupación e interés público sobre los efectos de los avances tecnológicos, en términos distributivos o de conflicto de valores, puede determinar la dirección e intensidad del cambio tecnológico, con independencia de su viabilidad técnica y económica, al promover la adopción de nuevas regulaciones destinadas a generar un mayor clima de confianza, seguridad y aceptación social.

Finalmente, un cambio tecnológico a gran escala constituye un reto colosal para la gestión de la toma de decisiones corporativas. Intereses contrapuestos y mecanismos internos de gobernanza y participación concurrirán, dando lugar a diferentes escenarios de adopción posibles. Así mismo, incluso cuando las nuevas tecnologías se adopten, sus efectos finales dependerán de la capacidad de las empresas para implementar la reorganización de tareas o roles laborales que su uso permite. Por tanto, la incidencia del cambio tecnológico dependerá también de la cultura directiva y organizativa de la empresa.

El debate actual sobre los efectos del cambio disruptivo en el empleo se polariza pues entre los que anuncian oportunidades ilimitadas en la creación de nuevos empleos, la aparición de cuantiosas ocupaciones emergentes y unos avances considerables de productividad procedentes de la eliminación del trabajo rutinario en muchas ocupaciones actuales y aquellos otros que predicen una sustitución masiva de trabajo y desplazamiento de empleos. Sin embargo, aunque estos factores de orden tecnológico pueden modificar sensiblemente las funciones y ocupaciones, no serán los únicos que determinarán los cambios en el mercado laboral futuro. A ellos cabría añadir aspectos relacionados con la demografía, las transformaciones sociales, el cambio climático, o el entorno económico y geopolítico internacional, entre otros. Probablemente la situación futura se sitúe en un punto intermedio que estará estrechamente relacionado con las decisiones que se adopten, tanto a nivel de políticas públicas como de gestión empresarial para capitalizar las oportunidades relacionadas con esta nueva fase de automatización.

En cualquier caso, las investigaciones que resaltan el carácter potencialmente disruptivo de esta nueva fase de digitalización advierten de una reestructuración importante en el mercado laboral que afectaría incluso a puestos de trabajo ocupados por trabajadores con niveles de cualificación media o superior y a sectores productivos considerados intensivos en conocimiento. Sólo basta con citar algunas de las aplicaciones ya existentes para comprender su potencial efecto transversal.

La implantación de la robótica se está expandiendo a un ritmo elevado en las principales actividades industriales y, a medida que son capaces de desarrollar funciones más complejas y mejorar sus capacidades de interpretación y comunicación, su presencia se va extendiendo experimentalmente en el ámbito de los servicios personales e incluso la restauración. Las mejoras espectaculares en los algoritmos de cálculo y computación han conducido a la automatización generalizada de las actividades de contratación y arbitraje en los mercados financieros. En el ámbito de la inteligencia artificial, su utilización se ha extendido a numerosas actividades humanas relacionadas con el transporte, el desarrollo energético, la salud, la exploración espacial, las telecomunicaciones o la industria de alta tecnología, por no hablar de los vehículos autónomos o los drones no tripulados. La realidad aumentada ha aportado las tecnologías 3D y la visualización gráfica de datos e información a las áreas de la construcción, la seguridad, el diseño, la logística o el entretenimiento, entre otras.

Así pues, en la medida que robots y ordenadores no sólo podrán realizar de forma más rápida y eficiente muchas tareas rutinarias que exigían trabajo físico sino también otras actividades que requieren competencias cognitivas y que hasta el momento se consideraban demasiado complejas para ser automatizadas, se va confirmando un efecto sesgado de la automatización, ya que se percibe que las tecnologías emergentes también son más complementarias con el trabajo de mayor cualificación.

Como además, la implementación de la Revolución 4.0 será progresiva en el tiempo, las investigaciones más recientes indican que los efectos del cambio tecnológico en la próxima década probablemente reforzarán la tendencia, ya iniciada con la revolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones, hacia un cambio en las tecnologías de producción que favorecerá el trabajo cualificado que desarrolla tareas cognitivas no rutinarias en detrimento del empleo de baja cualificación que ejecuta funciones manuales, rutinarias y más fácilmente reproducibles mediante algoritmos (Autor, Levy, Murnane 2003). Sin embargo, la capacidad potencial de las tecnologías sustentadas en la inteligencia artificial para sustituir habilidades mentales apunta a que la nueva fase de automatización puede tener a medio plazo consecuencias distintas y afectar a muchos trabajos realizados por trabajadores con niveles de cualificación media o superior y a sectores productivos considerados intensivos en conocimiento (Brynjolfsson, McAfee 2014).

Sin embargo, autores como Mindell (2015) denuncian un cierto conflicto en las percepciones, ya que consideran que se está poniendo demasiado énfasis en los sistemas plenamente autónomos mientras que las aplicaciones prácticas de la robótica en la industria se centran esencialmente en el uso de tecnologías que dan apoyo al ser humano mejorando la precisión de algunas tareas y aliviando parcialmente las cargas de trabajo al tiempo que se mantiene el control humano.

Efectivamente, varias de las aplicaciones industriales incipientes resaltan el potencial del uso de los nuevos desarrollos tecnológicos para mejorar su complementariedad con el trabajo especializado y alcanzar un mayor rendimiento y eficacia. Este sería el caso de la presencia creciente de robótica colaborativa (cobots), sustentada en la interacción física directa de máquinas complejas con un operador humano que supervisa las tareas desarrolladas en un puesto de trabajo compartido. Desde esta perspectiva, la automatización ofrece apoyo y mitiga la carga del proceso de trabajo sin prescindir del elemento humano. A diferencia de sus antecesores, utilizados principalmente en las líneas de montaje industrial y basados en la reproducción de tareas altamente repetitivas, la nueva generación de robots móviles puede ejecutar una variedad más amplia de tareas que complementan las desarrolladas por los seres humanos en el puesto de trabajo, sobre todo cuando son de carácter no-rutinario, cognitivas e interactivas. Significativamente, su menor coste está abriendo oportunidades para su introducción competitiva en las empresas de menor dimensión. Hasta el momento, las mejoras obtenidas en productividad, ergonomía y seguridad han sido compatibles con el mantenimiento de los puestos de trabajo, ya que facilitan mejoras de productividad laboral cuando los trabajadores se concentran en tareas no-rutinarias más sofisticadas. En el futuro, a medida que las nuevas generaciones de robots incorporen una mayor precisión y autonomía, las necesidades de complementariedad del trabajo humano trascenderán de la mera supervisión de las tareas desarrolladas.

De hecho, un estudio empírico recientemente publicado por Graetz y Michaels (2017) analiza el impacto de la robótica industrial para un conjunto de países y en un período amplio de tiempo (1993-2007). Sus resultados son concluyentes al confirmar que la introducción de robots ha

permitido un incremento apreciable de la productividad, tanto laboral como la que resulta de la interacción entre los distintos factores productivos e inducido mejoras salariales y descensos en los costes de producción. En lo que se refiere a su impacto en el nivel agregado de empleo es inapreciable, si bien se confirma una reestructuración en detrimento del trabajo menos cualificado. Sin embargo, la creciente penetración de la automatización en el sector servicios y el elevado ritmo de innovación basada en el uso de la inteligencia artificial invitarían a interpretar con cautela estos resultados.

3.3. PRIMERAS ESTIMACIONES DE IMPACTO POTENCIAL

A fin de inferir la incidencia de estos efectos potenciales opuestos e inciertos, las investigaciones más recientes han tratado de estimar el impacto probable de la automatización en los tipos de ocupaciones. La mayor parte se han focalizado en el mercado de trabajo de los Estados Unidos, aunque algunas de ellas han extendido su estudio a nivel internacional. En general, se centran en atender a los efectos destructivos que el cambio tecnológico podría tener en el empleo.

3.3.1 Análisis de las ocupaciones

El trabajo seminal corresponde a Carl Frey y Michel Osborne (2013) que investigan el grado de sensibilidad del empleo a la automatización en función del tipo de ocupación. A partir del análisis de un conjunto de más de 700 ocupaciones, los autores infieren que un 47% de los trabajadores norteamericanos tienen una elevada probabilidad (superior al 66%) de ver sus ocupaciones afectadas por la informatización. Su principal novedad estriba en que confirmaría que la nueva fase de automatización sitúa en posición de riesgo a empleos desarrollados por trabajadores con niveles de cualificación media o superior y a sectores productivos considerados intensivos en conocimiento.

En su investigación parten de la información correspondiente a las estadísticas laborales (BLS) y la combinan con la disponible en el servicio de ocupación O*NET, lo que permite no sólo definir las principales características de una ocupación a partir de un conjunto estandarizado de variables sino también asignar descripciones de tareas específicas a cada ocupación. Parten de un matriz que compara, por un lado, si las tareas son rutinarias o no rutinarias y, del otro, si son manuales o cognitivas. En particular, consideran que las tareas que pueden convertirse en cuellos de botella para el proceso de automatización son las relacionadas con la inteligencia social, la inteligencia creativa y la percepción y manipulación.

A partir de esta metodología identifican, por primera vez, las profesiones más vulnerables a la digitalización:

- En particular, señalan a los operadores de telemarketing, trabajadores de procesos fotográficos, reparadores de relojes, bibliotecarios, gestores de pólizas de seguros, gestores

de datos, empleados bancarios, asesores fiscales, estibadores o los técnicos matemáticos entre las profesiones con mayor riesgo de automatización.

- En contrapartida, los trabajadores sociales, artistas, dietistas, gestores de emergencias, dentistas, analistas informáticos, artistas o educadores, entre muchas otras profesiones parecerían estar al margen del riesgo de sustitución a medio plazo.

En este punto cabría preguntarse sobre el efecto en la economía española. Como punto de partida, cabría tener presente que la transferencia de innovaciones tecnológicas a la actividad económica y los modelos de negocio empresarial no es unívoca o homogénea ni entre países ni tampoco entre sectores productivos y que, en todo caso, es un proceso progresivo que requiere tiempo. El ritmo de adopción de las tecnologías emergentes y su alcance en la actividad económica probablemente dependerá críticamente del coste en su desarrollo e implementación, de los beneficios económicos percibidos por la automatización, de la viabilidad técnica de la aplicación de las nuevas soluciones tecnológicas a actividades y tareas específicas, de la presión de la competencia global y de la disponibilidad en el mercado laboral de los conocimientos y habilidades requeridos.

Algunas investigaciones estiman (West 2015) que, a pesar de que el impacto de las tecnologías emergentes ya están presente, es previsible que a corto plazo el proceso de automatización empiece a notarse sólo en algunos ámbitos concretos como los relacionados con la impresión 3D, el Internet de las cosas o la economía de plataformas digitales para posteriormente expandirse hacia los ámbitos de las nuevas fuentes y tecnologías energéticas, el transporte autónomo, la robótica, la biotecnología o la inteligencia artificial y el *machine learning*, lo que acrecienta la dificultad de las proyecciones sobre impacto futuro para las economías con relativo rezago tecnológico.

Hecha esta salvedad previa, una primera aproximación al impacto sobre la economía española fue proporcionada por Caixabank Research (2016) que, aplicando una metodología similar a la empleada por Frey y Osborne sobre la información proporcionada por la Encuesta de Población Activa, obtuvo como resultado que el 43% de los puestos de trabajo actualmente existente tienen un riesgo elevado de poder ser automatizados a medio plazo (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Empleo en riesgo de automatización

Riesgo de automatización	España	Estados Unidos	Reino Unido
Bajo (<33%)	29%	33%	37%
Medio (33-66%)	28%	10%	28%
Alto (>66%)	43%	47%	35%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Caixabank Research (2016)

En esta misma línea, un informe más reciente de McKinsey Global Institute (2017a), basado en las competencias requeridas en las distintas actividades laborales, complementa estos análisis previos afirmando que sólo un pequeño porcentaje de las profesiones actuales puede automatizarse completamente si se adoptan las tecnologías disponibles. Sin embargo, también apunta que sería posible automatizar algunas de las actividades laborables de casi todas las profesiones existentes.

Siguiendo la línea de análisis similar a los trabajos citados, indica que el impacto potencial de la automatización en el empleo del conjunto de las cinco mayores economías de la Unión Europea (Alemania, Francia, Italia, España y el Reino Unido) sería similar al estimado para los Estados Unidos (46% de los empleos).

En concreto, el informe apunta que las actividades laborales que presentan un potencial de automatización más elevado son las que se sustentan principalmente en la compilación de datos, el procesamiento de información y el desarrollo de actividades físicas predecibles y repetitivas. Aunque el estudio se basa en la información contenida en las estadísticas laborales de Estados Unidos, sus resultados generales parecerían extrapolables. En función de la combinación de tipos de actividades laborales, restauración y hostelería, manufacturas, agricultura, transporte y almacenamiento y comercio minorista se revelan como los sectores con mayor potencial de automatización. En el otro extremo, los servicios educativos, los bienes raíces, los servicios públicos o el arte y actividades culturales.

3.3.2. Aproximaciones metodológicas alternativas

Una aproximación probablemente más precisa sobre el efecto potencial en el mercado laboral español procede del enfoque distinto proporcionado por las investigaciones realizadas para la OCDE, que resaltan que la automatización derivada de las tecnologías emergentes incidirá más en las tareas y funciones ejercidas en puestos de trabajo concretos que en unas ocupaciones que son, en sí mismas combinaciones amplias de tareas.

Desde esta perspectiva, a fin de inferir el efecto potencial del cambio tecnológico en el mercado laboral, cabría identificar las tareas que son más vulnerables a la automatización. Existe un consenso académico en identificar a las tareas más rutinarias y repetitivas, que pueden ser más fácilmente objeto de programación en un algoritmo, como las más sustituibles. En contrapartida, las tareas donde sea más necesaria la interacción humana y social (incluso aquellas que son manuales, pero no rutinarias), la creatividad o la inteligencia emocional son a priori más propensas a favorecerse del uso complementario de las nuevas tecnologías.

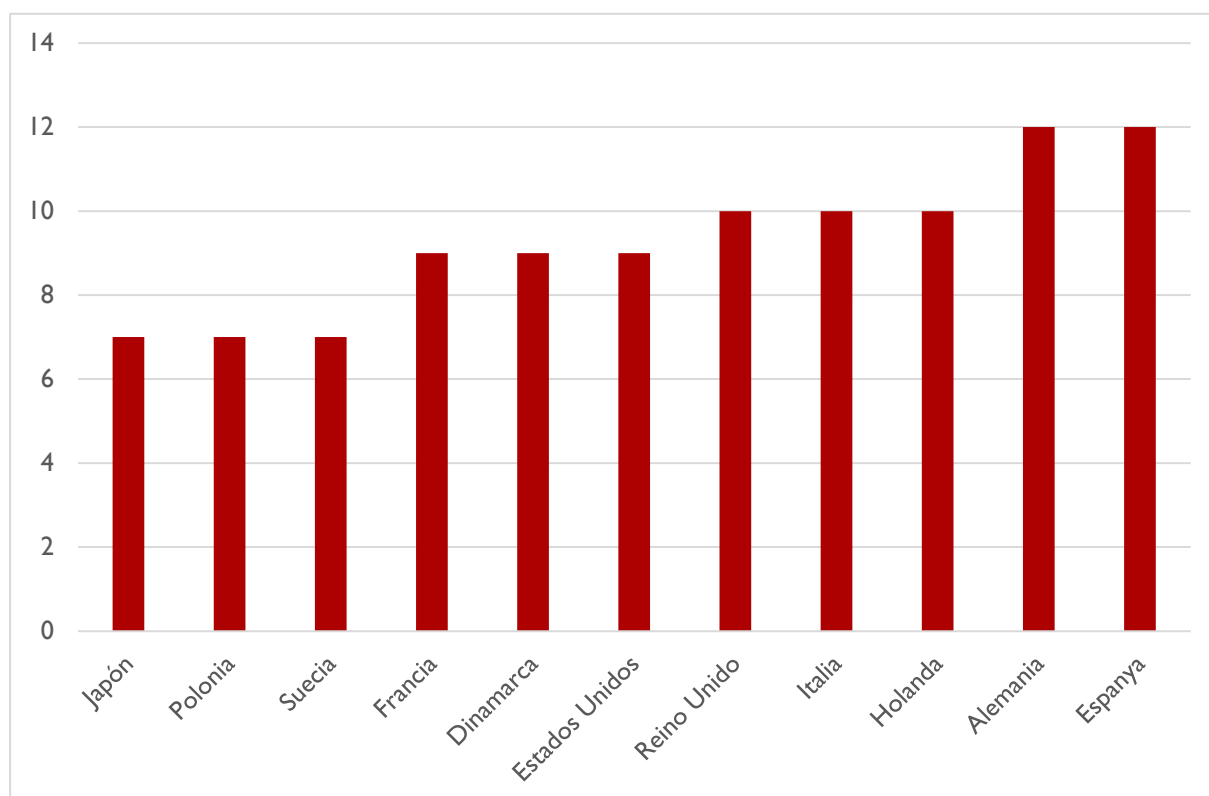
De ese modo, si definimos las tareas y funciones rutinarias como aquellas que se alcanzan satisfactoriamente siguiendo un conjunto de reglas específicas y bien definidas, mientras que consideramos como no rutinarias las que conllevan desarrollar actividades más complejas, es posible deducir, a partir de la información disponible en las encuestas laborales y el informe de competencias PIAAC (OCDE), el peso de las tareas rutinarias en el conjunto de una economía.

La discrepancia no es pues tanto en el enfoque como en la metodología. Partiendo de la base de que la automatización de los puestos de trabajo esencialmente depende de la facilidad con que puedan ser automatizadas las tareas que las personas desarrollan, Arntz, Gregory y Zierahn (2016) elaboran una metodología alternativa a partir de la información disponible en las encuestas laborales y los datos incluidos en el *PIAAC-Survey of Adults Skill*, relacionadas con tres competencias generales (alfabetización, habilidad numérica y capacidad de resolución de problemas) pero esencialmente sobre la utilización de dichas habilidades en el puesto de trabajo. En particular, identifican cuatro

categorías genéricas de competencias y habilidades (cognitivas, relacionadas con la interacción, físicas y relacionadas con el aprendizaje).

Al centrarse en las tareas efectivamente desarrolladas en el puesto de trabajo, los resultados obtenidos son mucho menos dramáticos. Muchas ocupaciones es probable que se modifiquen a medida que las tareas asociadas se vayan automatizando, pero el riesgo de que los empleos sean completamente sustituidos es mucho menor, aunque considerable (del 9% en el caso de los Estados Unidos). Esta aproximación metodológica distinta, basada en las tareas, parecería más apropiada dado que trabajadores en la misma actividad económica, con el mismo nivel educativo o que tienen la misma ocupación frecuentemente desarrollan tareas distintas. No parecería adecuado comparar los trabajadores que tienen la misma ocupación porque frecuentemente su grado de especialización en tareas no automatizables puede divergir considerablemente: la exposición de riesgo a la automatización debe analizarse al nivel de las tareas desarrolladas en cada puesto de trabajo, no al de las ocupaciones. En dicho caso, el impacto potencial sería menor y además no implicaría necesariamente pérdida del puesto de trabajo, en ocasiones identificaría la necesidad de que los trabajadores afectados adaptaran sus tareas al uso de las nuevas tecnologías (gráfico 3.1).

Gráfico 3.1. % empleo en situación de riesgo elevado



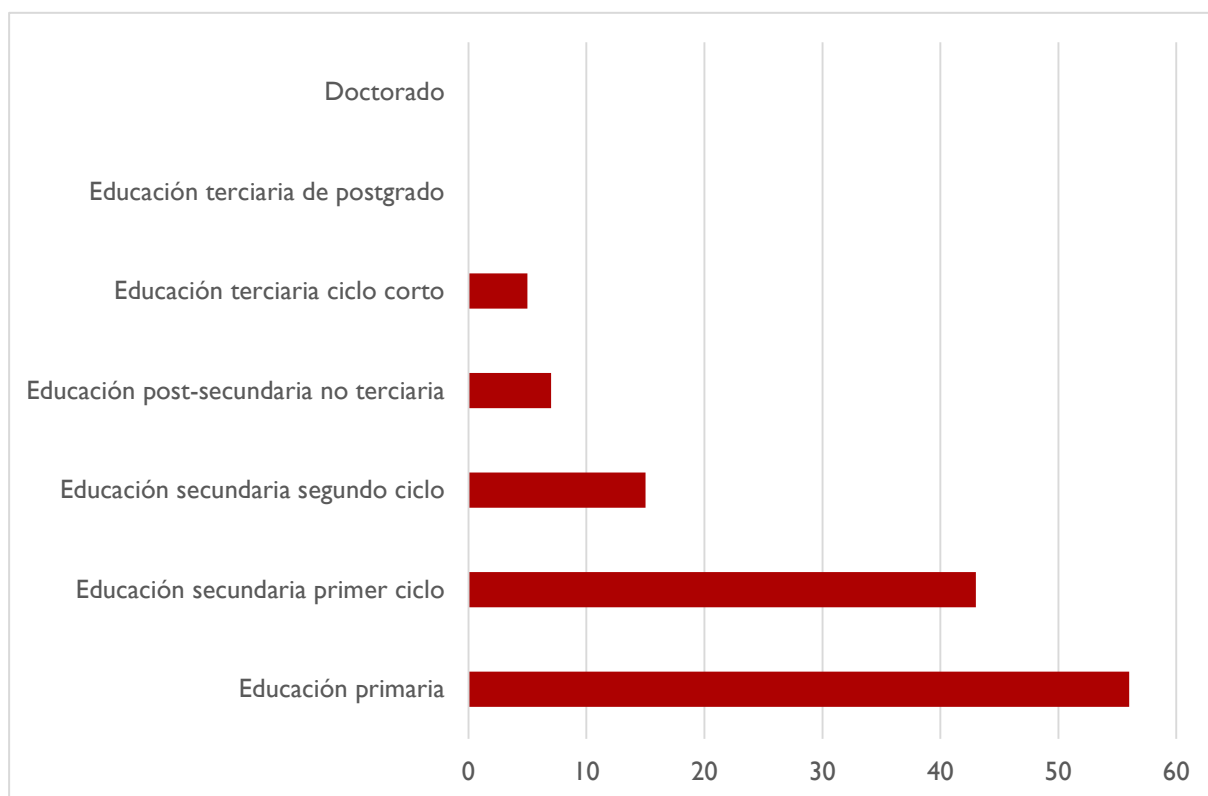
Fuente: Elaboración propia a partir de Arntz et al. (2016) y PIAAC (2012)

La investigación también se refiere al caso español. Aunque las tareas automatizables alcanzarían al 38% del empleo existente en España, el porcentaje de trabajadores en situación de alto riesgo de

completa automatización sería sólo del 12%. Sin embargo, otro 20% de empleos es susceptible de una automatización parcial que probablemente acabaría exigiendo una reestructuración del puesto de trabajo y la consiguiente adaptación al cambio técnico

Además de los efectos agregados sobre la ocupación, el estudio Arntz, Gregory y Zierahn (2016) nos informa de las implicaciones potenciales a nivel distributivo. En el conjunto de las economías de la OCDE, el riesgo de automatización disminuye sensiblemente con los niveles salariales y educativos. En la medida que salarios y formación generalmente están correlacionados con un mayor grado y diversidad de conocimientos, habilidades y capacidades, los autores apuntan el riesgo de polarización asociada a la continuidad en el efecto sesgado del cambio tecnológico sobre la demanda de cualificaciones (gráfico 3.2).

Gráfico 3.2. % Empleo con alto riesgo de automatización según nivel educativo (OCDE)



Fuente: Elaboración propia a partir de Arntz et al. (2016) y PIAAC (2012)

Desde esta perspectiva, los autores apuntan que el impacto sería mayor en economías como la española, en comparación con sus socios europeos, por dos motivos principales:

- Los trabajadores con el mismo nivel educativo desarrollan más tareas que son potencialmente automatizables.
- España presenta una mayor participación de empleo de baja y media cualificación, el cual ocupa puestos de trabajo que desarrollan las tareas más automatizables.

En consecuencia, las diferencias entre países acaban recogiendo el hecho de que individuos en la misma industria, ocupación y nivel educativo desarrollan tareas distintas. Por lo tanto, diferencias en la organización del puesto de trabajo son relevantes para explicar el impacto potencial de la automatización.

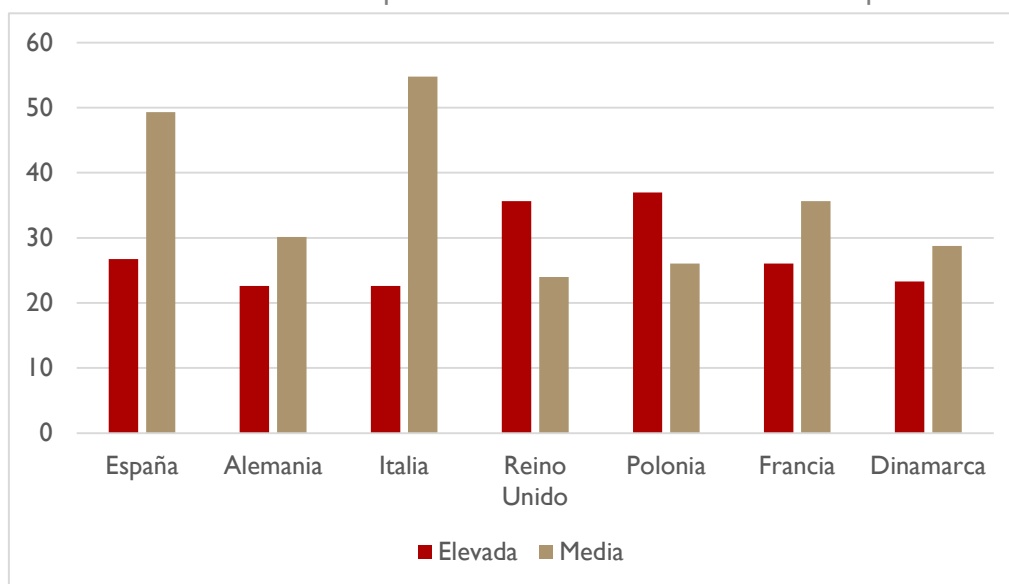
En un trabajo posterior (Arntz y Zierahn 2017), basado en la información relativa a las tareas desarrolladas en cada puesto de trabajo y centrado en el impacto sobre el mercado laboral norteamericano, los autores confirman el sesgo metodológico derivado del enfoque sobre las ocupaciones. Afirman que la disparidad de resultados se explica por el hecho que la mayor parte de los empleos en la economía requieren de tareas que no son automatizables porque crecientemente se focalizan en un conjunto diverso de tareas que complementan las nuevas tecnologías que utilizan.

Al mismo tiempo, confirman que el impacto potencial es menor en los puestos de trabajo que requieren de habilidades cognitivas relacionadas con la programación, la interacción social, la empatía, la creatividad en la resolución de problemas o la capacidad de influencia. En contrapartida, el riesgo es mayor para las tareas relacionadas con el intercambio de información, la comercialización o las que directamente implican trabajo manual.

Las investigaciones más recientes indican pues que los efectos del cambio tecnológico en la próxima década reforzarán la tendencia iniciada ya con la revolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones, hacia un cambio en las tecnologías de producción que favorece el trabajo cualificado en detrimento del empleo de baja cualificación. Así se justifica pues, pese a las ventajas obvias en la velocidad y precisión de cálculo, la detección de patrones o la elaboración de modelos predictivos, hasta el momento la inteligencia artificial todavía no es capaz de replicar solventemente habilidades relacionadas con la interacción social, el capital relacional, la inteligencia emocional, la creatividad o la evaluación y criterio humanos. Obviamente, muchas de las ocupaciones que utilizan mayoritariamente este tipo de habilidades se ejercen por trabajadores con niveles educativos medios y altos, pero no son (ni deben ser) exclusivos de este segmento educativo.

Las características de los empleos mayoritariamente creados, sin embargo, no siempre se sustentan en este tipo de habilidades. De hecho, en el caso del mercado de trabajo español se constata cómo la tasa de ocupación aumenta significativamente con el nivel de formación alcanzado (gráfico 3.3). El cambio tecnológico exige tanto el desarrollo de un stock de habilidades más amplio y diverso como también capacidad para adaptar las tareas que configuran los puestos de trabajo al empleo de las nuevas tecnologías. Dado que las personas con mayor nivel educativo tienen mayor facilidad para atender ambos requerimientos, el escenario español parecería proyectar una visión optimista.

Gráfico 3.3. Tasa de ocupación en función del nivel educativo adquirido



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta de Población Activa (IV Tr. 2017)

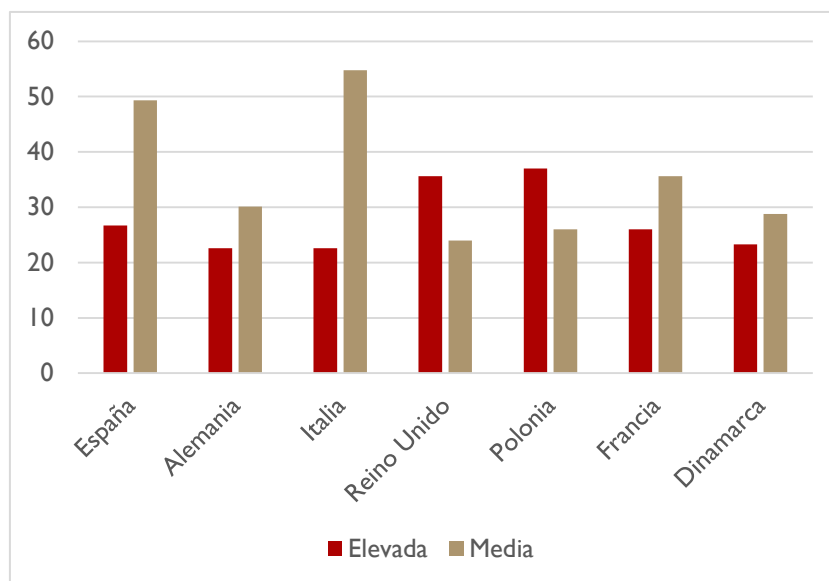
Sin embargo, dada la estructura productiva predominante, probablemente se contraten personas con habilidades cognitivas superiores a las requeridas en las tareas que profesionalmente ejecutan. Además, la expansión del empleo más cualificado en el caso español podría corresponderse también con el creciente acceso al mercado laboral de jóvenes con titulación universitaria, la salida de cohortes de mayor edad y menor nivel de educación formal y la escasa consideración social de los estudios intermedios, tal y como apunta el reciente estudio de Manpower (2017). En este contexto de *mismatch*, las empresas utilizarían habilidades de sus trabajadores, probablemente cognitivas y sociales, que con frecuencia no remuneran porque el puesto de trabajo no las exige.

Desde otra perspectiva distinta, Marcolin et al. (2016) han ampliado el enfoque basado en las tareas mediante la construcción de un nuevo indicador, el *Routine Intensity Index* (RII), a partir de una definición de tareas automatizables más amplia. Amplían los análisis anteriores a partir de cuatro resultados procedentes de la encuesta PIAC, que proporcionan información sobre la capacidad de autoevaluación y autoprogramación de cada individuo:

- El grado de libertad para establecer la secuencia con la que desarrolla sus tareas
- El grado de libertad para decidir el tipo de tareas que se desarrollaran en el puesto de trabajo
- La frecuencia con que planifican sus propias actividades
- La frecuencia con que organizan su tiempo de trabajo

Su estudio nos indica que más de una cuarta parte del empleo en España (media del periodo 2005-2011) desarrollaba tareas de una elevada intensidad rutinaria. Este resultado no es esencialmente distinto del conjunto de economías europeas. Pero sí lo es en cambio, el peso de las tareas de intensidad rutinaria media, que supone casi un 50% adicional del empleo, una proporción que prácticamente duplica lo que acontece en los socios comunitarios, con la única excepción de Italia (gráfico 3.4).

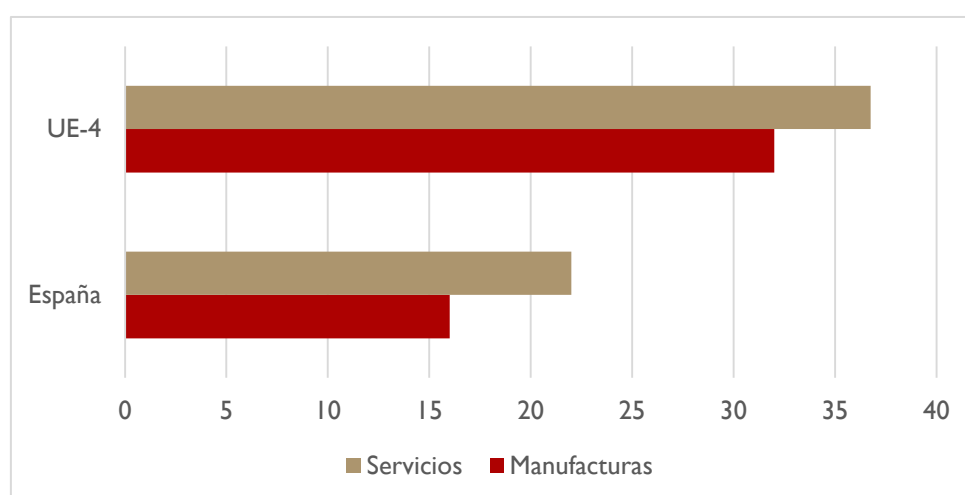
Gráfico 3.4. % Empleo según grado de intensidad en tareas rutinarias



Fuente: Elaboración propia a partir de Marcolin et al. (2016) y PIAAC (2012)

En el caso de la economía española la participación de las tareas más fácilmente sustituibles en el empleo es más intensa en el caso de las actividades industriales (42%) que en las terciarias (26%). Llama poderosamente la atención, además, el reducido peso del trabajo no rutinario en comparación con los principales socios comunitarios: Alemania, Francia, Italia y el Reino Unido (gráfico 3.5).

Gráfico 3.5. % empleo que desarrolla tareas no rutinarias o escasamente rutinarias



Fuente: Elaboración propia a partir de Marcolin et al. (2016) y PIAAC (2012)

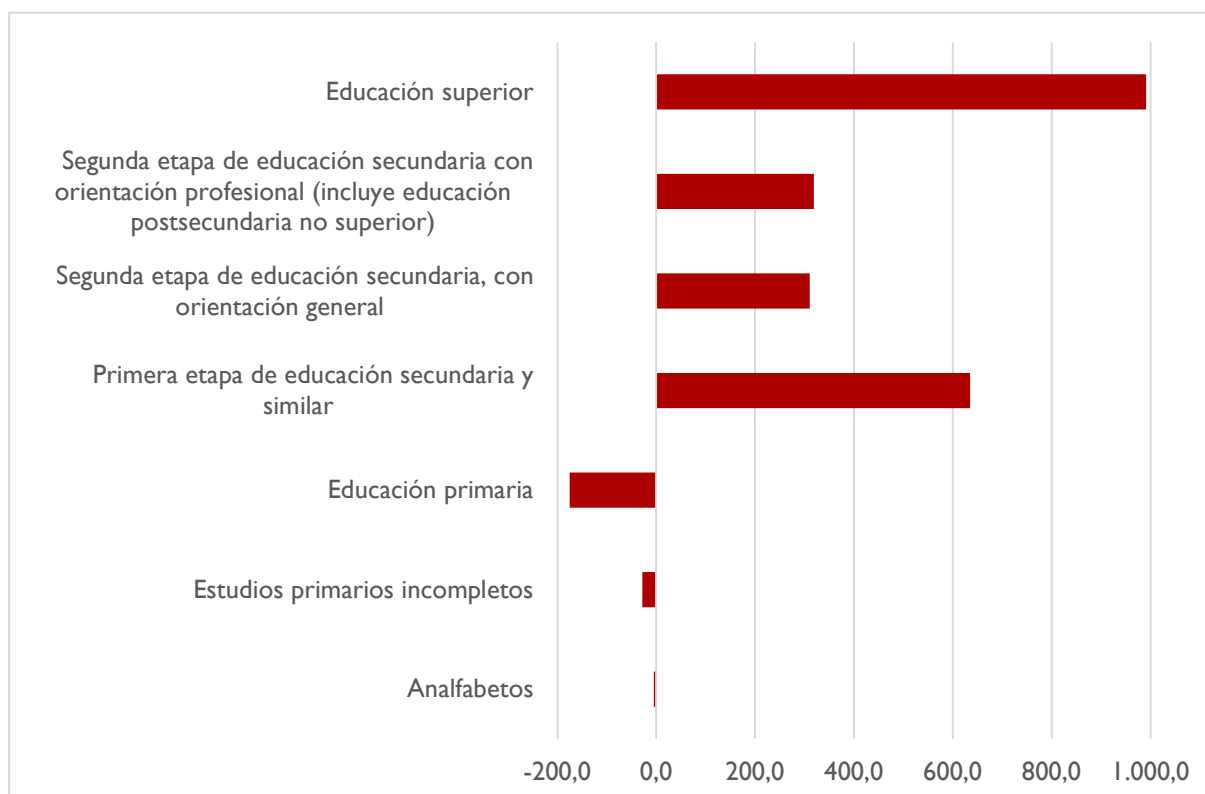
3.4. ESPECIFICIDADES DEL MERCADO LABORAL ESPAÑOL

3.4.1. Los cambios en el empleo tras el ajuste a la crisis financiera

El análisis del impacto potencial sería incompleto sin tener en consideración las particularidades del mercado laboral español. Para ello se ha procedido a realizar un análisis dinámico, centrado en la evolución de la estructura ocupacional durante el periodo reciente de reactivación del empleo, acontecido tras el proceso de devaluación de costes y ajuste en la ocupación resultante de la crisis financiera y las políticas de austeridad aplicadas.

Se constata que efectivamente la evolución del empleo, generado a partir de la reactivación económica, ha consolidado las diferencias en la probabilidad de ocupación en función de los niveles educativos en España. Sin embargo, no lo hace de un modo uniforme. Al tiempo que ha crecido sustantivamente el empleo más cualificado, el protagonismo que han tenido en la recuperación reciente del empleo algunas actividades económicas generadoras de escaso valor añadido, pero intensivas en el uso del factor trabajo, ha dado lugar a un fuerte crecimiento de la ocupación con niveles de cualificación media o incluso baja (gráfico 3.6).

Gráfico 3.6. Evolución del empleo según nivel formación España, en miles (I Tr. 2014 - IV Tr. 2017)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta de Población Activa

Consecuentemente, el análisis de los tipos de ocupación y perfiles profesionales creados nos muestra un crecimiento notable tanto de los empleos que requieren un elevado nivel de cualificación profesional como también de aquellos otros integrados mayoritariamente por tareas y funciones de carácter rutinario y, por ende, más susceptibles de ser afectados por el cambio tecnológico (gráfico 7). Paradójicamente, la necesidad de destreza manual en determinadas ocupaciones y las dificultades para reproducir estas habilidades mediante la robótica parecería proteger, al menos temporalmente, algunas ocupaciones que requieren esta pericia manual y artesanal, pese a desarrollar tareas rutinarias y ser ejercidas por empleo de escasa cualificación.

Gráfico 3.7. Evolución del empleo España, en miles (I Tr 2014 - IV Tr 2017)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta de Población Activa

Para tratar de comprender mejor este comportamiento dual del mercado de trabajo español, sería oportuno atender al último informe de Eurofound (2016) sobre las tareas que desarrollan los trabajadores europeos. En la publicación se presenta un catálogo alternativo de tareas que supera la dicotomía convencional rutinarias vs cognitivas. A la dimensión del contenido de las tareas se añade también el estudio de los métodos y herramientas utilizados para desarrollar dichas tareas, ya que la organización del trabajo parece depender menos de variables relacionadas con la naturaleza de lo que se produce y cada vez más con elementos relacionados con la tecnología y la organización social de la producción: para la provisión del mismo bien o servicio diferentes empresas organizan los puestos de trabajo de forma diferente e incluso emplean recursos distintos.

En la tabla 3.3. se presentan los resultados de los perfiles de tareas y puestos de trabajo correspondientes a la economía española en comparación con la media comunitaria. En la radiografía efectuada para el año 2014 se puede observar cómo el empleo español muestra una mayor intensidad relativa en tareas relacionadas con el servicio y atención personal a clientes, consumidores o pacientes y un mayor grado de tareas de carácter rutinario y repetitivo. En contraposición, la presencia de tareas intelectuales, el uso de tecnologías digitales y la organización laboral basada en la autonomía o el trabajo en equipo son comparativamente menores.

Tabla 3.3. Perfiles de tareas y organización de los puestos de trabajo (España, 2014). Comparación con la media Unión Europea

	+	=	-
TAREAS MANUALES			
Trabajo físico			
Destreza			
TAREAS INTELECTUALES			
Procesar información verbal			
Procesar información numérica			
Evaluación información compleja			
Creatividad			
TAREAS SOCIALES			
Servicio y atención personal			
Formación			
Comercialización			
Supervisión y coordinación			
ORGANIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO			
Autonomía			
Trabajo en equipo			
Trabajo rutinario			
USO DE LA TECNOLOGÍA			
Máquinas			
TIC			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del European Jobs Monitor (2016)

Este escenario parecería confirmar que el impacto potencial de la automatización podría ser mayor en el mercado de trabajo español que en economías vecinas, dada la calidad inferior de los puestos de trabajo que se crean y el recorrido potencial que ofrecen la menor relación capital/trabajo existente y las mejoras organizativas pendientes. Sin embargo, merece la pena reflexionar sobre los

contenidos del catálogo de tareas antes de proceder a su interpretación en términos de sustitución de trabajo.

Por un lado, si bien se detecta que es más predominante la forma de organización basada en el trabajo rutinario, cabe entender que la rutina tiene dos dimensiones: el grado de repetición y el nivel de estandarización de los procesos de trabajo. Una vez desagregado este indicador, el estudio de Eurofound nos muestra cómo en el caso español, el nivel de repetición es mucho más elevado que en el contexto europeo pero que, en cambio, el grado de estandarización de los procesos es muy inferior, lo que dificulta su automatización. El contenido de las tareas no es tan fácilmente reproducible mediante algoritmos.

Es particularmente interesante el enfoque dado al trabajo rutinario en este informe, ya que no se considera como una tarea sino más bien como un método. Se interpreta que el grado de rutina implícito en una tarea no es un aspecto del contenido de la tarea sino de cómo se organiza esta tarea en un proceso de trabajo concreto. Es decir, el mismo tipo de tarea puede ser resuelto con un nivel elevado o bajo de rutina. Entender pues la rutinización de una tarea como parte de un proceso de cambio técnico aporta información complementaria y valiosa.

Por otra parte, pese a que la intensidad de tareas cognitivas es inferior al existente entre los socios europeos, cabría evitar una lectura simple de este resultado en términos de mayor facilidad de reemplazo mediante la digitalización. En realidad, los avances recientes en inteligencia artificial apuntan al desarrollo de habilidades relacionadas con la interpretación y gestión de información tanto verbal como numérica, la resolución de problemas y la evaluación de información compleja, tareas realizadas por trabajo de cualificación media-alta. En este sentido, el riesgo no parecería ser mayor en otras economías. En cambio, la sustitución laboral sí podría ser más factible como resultado de las ganancias de productividad asociadas a un cambio organizativo que utilice más intensivamente las tecnologías digitales. Dados los déficits organizativos todavía detectados, no parece que la empresa española haya sido capaz de extraer todas las ventajas asociadas al cambio tecnológico digital.

Finalmente, desde una perspectiva distinta, parecería como si la mayor presencia de tareas orientadas a la relación interpersonal y los servicios directos al consumidor y usuario podría actuar como muro protector ante el riesgo de automatización. Sin embargo, las mejoras recientes en robótica se orientan preferentemente hacia este tipo de prestaciones para su aplicación en el sector servicios.

En suma, tal vez parecería más adecuado interpretar estos resultados como la consecuencia de un comportamiento segmentado en la demanda de ocupación que estaría estrechamente relacionado con el modelo productivo predominante, la disparidad entre la oferta y demanda de empleo y probablemente las condiciones específicas de intermediación y contratación.

En el informe coordinado por Capsada y Valiente (2015) para la Fundación Jaume Bofill, a partir de la información contenida en los informes PISA se resaltaban las limitaciones en materia de competencias de la población adulta y su relación con el mercado laboral. En lo que se refiere a los jóvenes, el estudio muestra cómo presentan niveles de competencias básicas inferiores a los países de la OCDE, principalmente a causa de un logro inferior en estudios postobligatorios pero también por motivo de un menor capital cultural familiar y de su menor acceso a ocupaciones cualificadas. Este déficit inicial, asociado a una menor certificación en los niveles de educación formal, persiste mayoritariamente a lo largo de la vida laboral, ya que los años de experiencia en el mercado de

trabajo no parecen afectar positivamente el nivel competencial de muchos adultos (o bien no se reconoce la mejora competencial adquirida). Probablemente, las características y estructura del sistema productivo no favorecen la adquisición de competencias mediante la ejecución de tareas en el puesto de trabajo.

La mejora reciente en la estructura formativa de la población ha agravado incluso más este desajuste entre oferta y demanda laboral, ya que el aumento en la oferta de personas con niveles educativos elevados ha superado ampliamente la demanda existente de trabajadores mejor formados, dando lugar a un fenómeno de sobreeducación aparente. Este desajuste parecería, en la actualidad, ser más la consecuencia de una desproporcionada oferta de puestos de trabajo poco cualificados que el resultado de un exceso de personas con estudios avanzados.

El desajuste existente entre oferta y demanda laboral es un problema de primera magnitud ante el cambio tecnológico porque su transversalidad, ya que no tiene matiz de género o edad. Y aunque cabría pensar que esta ausencia de coherencia entre oferta y demanda fuera pasajera y se corregiría con el paso del tiempo y la acumulación de experiencia, la realidad del mercado laboral pone de manifiesto una distancia considerable entre los requisitos formativos del puesto de trabajo y las cualificaciones formales también entre las personas de edad más avanzada.

Esta cronificación es un factor de riesgo ante el cambio tecnológico, ya que exigiría una acertada política de desarrollo de competencias a lo largo de la vida, sin la cual el efecto sustitución asociado a la automatización y su conversión en desempleo estructural podrían tener un impacto más intenso. De ese modo, aspirar a que se asocien elevados porcentajes de población con estudios superiores a una presencia mayoritaria de personas ocupadas en trabajos cualificados exigiría cambios tanto en el sistema educativo como en el mercado laboral y en la calidad de los trabajos que se ofrecen, lo que está estrechamente relacionado la estructura productiva existente y sus posibilidades de transformación.

3.4.2. Cambios en la naturaleza de las habilidades

A fin de completar el análisis de los cambios recientes en el mercado laboral español, se ha utilizado también la nueva clasificación internacional de ocupaciones (ISCO-08). Este marco conceptual define cada empleo o puesto de trabajo como el conjunto de tareas y responsabilidades que debe desarrollar una persona y a una ocupación como el conjunto de empleos de cuyas tareas y responsabilidades se caracterizan por un elevado grado de similitud. También define las habilidades como la capacidad para desarrollar eficazmente las tareas y responsabilidades características de un empleo concreto.

Se definen cuatro niveles de habilidad, vinculados a los diferentes tipos de ocupaciones:

- Las ocupaciones relacionadas con el nivel 1 típicamente requieren el desempeño de tareas físicas o manuales, simples y rutinarias. Para su ejecución competente, generalmente es suficiente con la educación primaria.
- Las ocupaciones relacionadas con el nivel 2 de habilidades generalmente están relacionadas con el desarrollo de tareas que exigen habilidades numéricas y de lectoescritura

relativamente avanzadas, así como destreza manual y competencia en comunicación interpersonal. En general, las habilidades requeridas se obtienen en la primera etapa de educación secundaria, aunque algunas ocupaciones requieren la educación secundaria completa o incluso formación especializada.

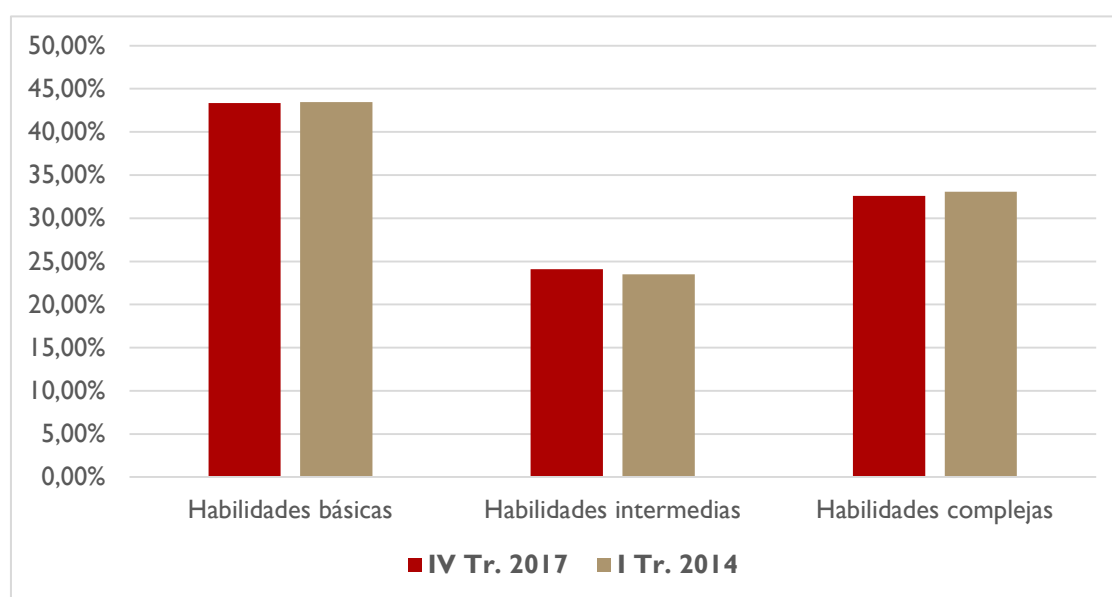
- Las ocupaciones en el nivel 3 de habilidades están asociadas con el desempeño de complejas tareas técnicas y prácticas que requieren un amplio conjunto de conocimientos prácticos, técnicos y procedimentales en un ámbito especializado. En general, estas competencias se obtienen en educación superior.
- Finalmente, el nivel 4 está relacionado con ocupaciones que se basan en el ejercicio de tareas que requieren de la capacidad para la toma de decisiones y la resolución de problemas complejos. Se asocian a los niveles de cualificación más elevados.

A partir de esta clasificación, se han agrupado los cambios en la ocupación en función de las habilidades dominantes en las distintas ocupaciones. Es decir:

- ✓ Habilidades básicas: predominio de niveles 1 y 2
- ✓ Habilidades intermedias: predominio de niveles 2 en ocupaciones artesanales y de trabajo cualificado
- ✓ Habilidades complejas: predominio de niveles 3 y 4

Se puede comprobar que, tras el ajuste y reactivación del mercado laboral, la estructura ocupacional no ha experimentado cambios muy sensibles, manteniéndose la polarización existente. El resultado es indicio de la resistencia al cambio en el modelo productivo dominante y la inercia de la tipología de empleo generado (gráfico 3.8).

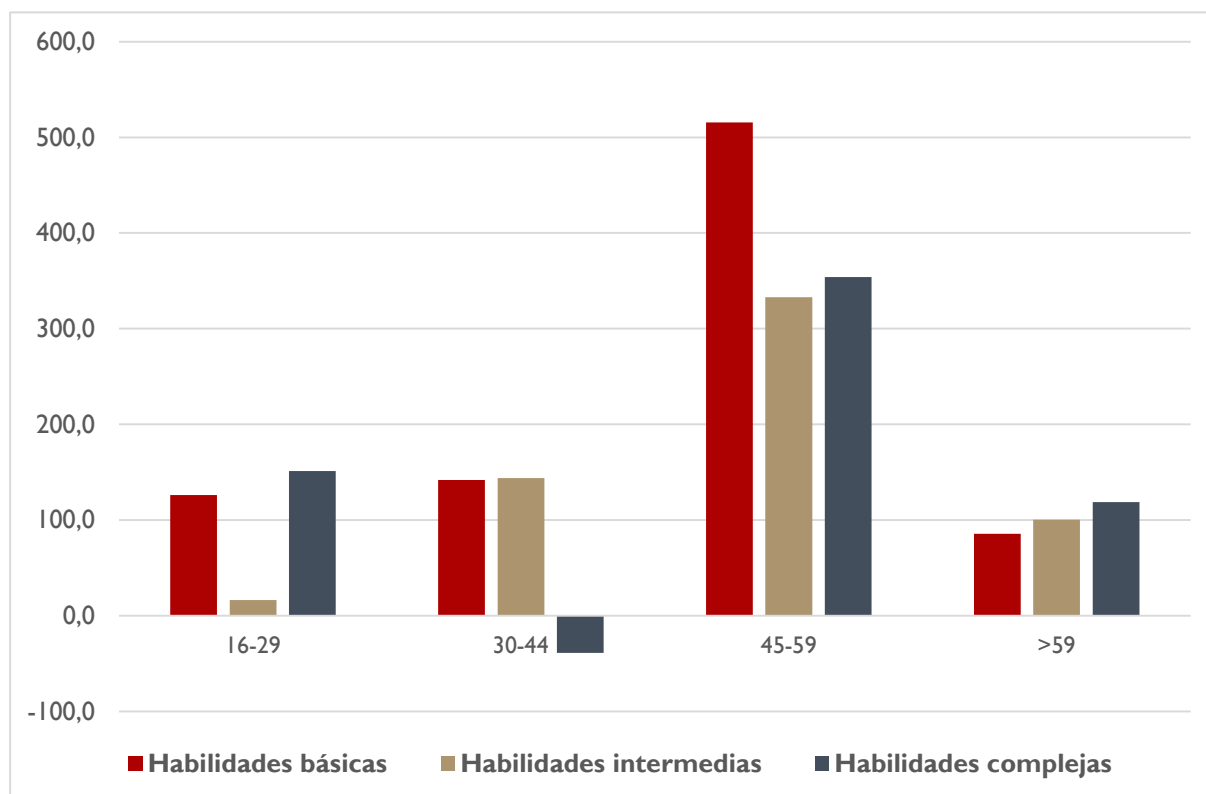
Gráfico 3.8. Estructura de la ocupación según habilidades requeridas – España



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta de Población Activa e ISCO-08

De ese modo, se comprueba cómo la recuperación del mercado laboral tanto se acompaña de una mayor complejidad en las tareas asociadas a los nuevos puestos de trabajo creados como también de una mayor presencia de empleos que requieren habilidades básicas. La tendencia más positiva se detecta en el segmento de población juvenil (hasta los 29 años), en el cual más de la mitad del empleo generado se acompaña del requerimiento de habilidades más complejas (gráfico 3.9).

Gráfico 3.9. Variación del empleo según habilidades y grupos de edad – España (1 tr 2014 y 4 tr 2017)

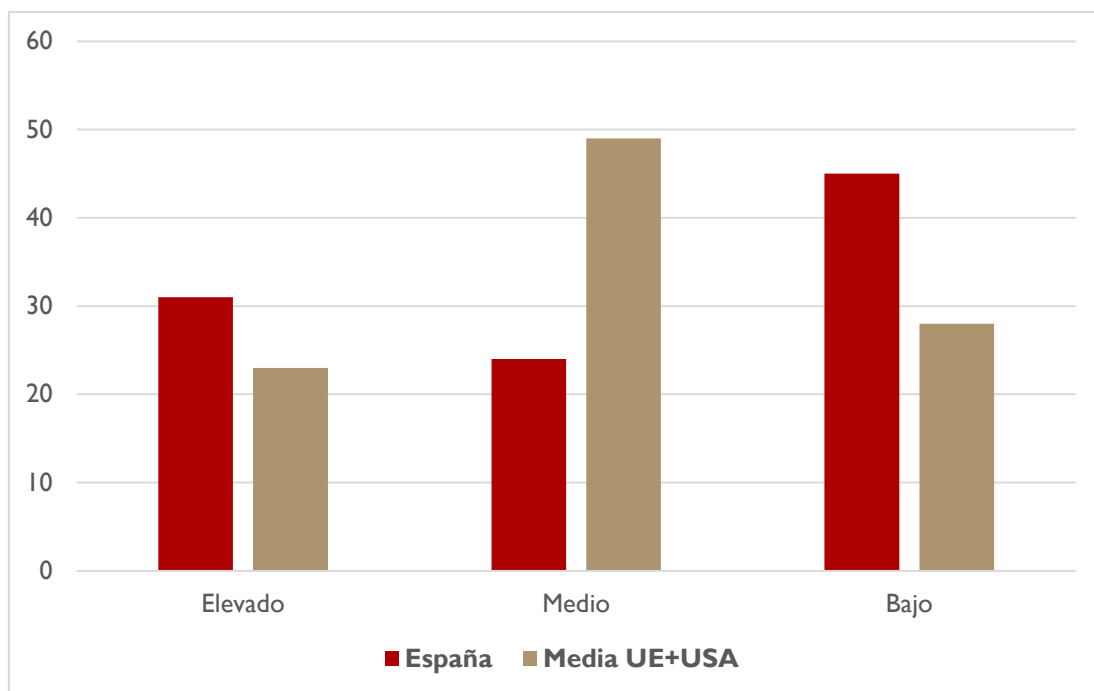


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta de Población Activa e ISCO-08

3.4.3. ¿Un impacto negativo más intenso en España?

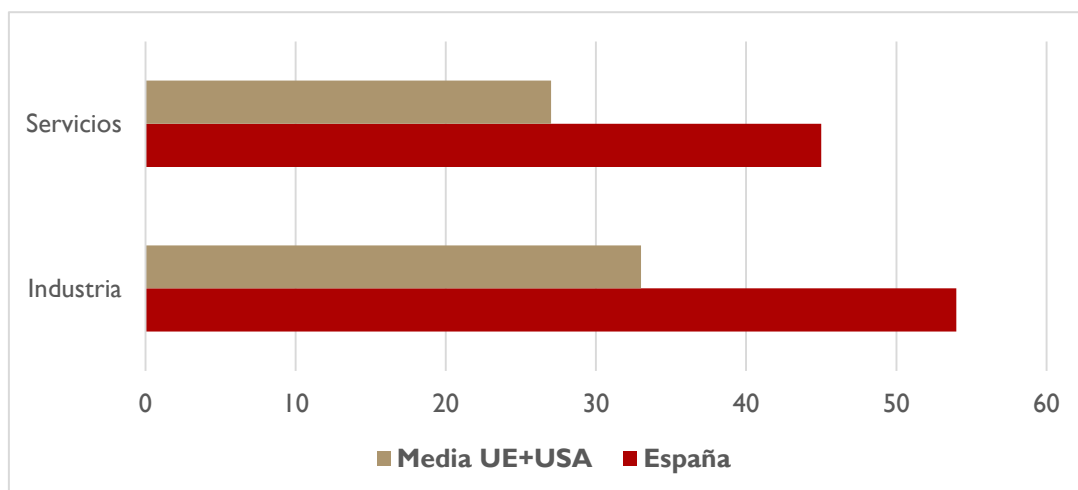
Son significativas las razones que justificarían un impacto superior en España al calculado para los principales socios económicos, en base a las proyecciones realizadas a partir de aproximaciones metodológicas basadas en las tareas. Por un lado, como se ha indicado anteriormente, por la mayor presencia de trabajo de media o baja cualificación que desarrolla tareas automatizables, ya que los trabajadores de menor nivel educativo son los que desarrollan las tareas con mayor riesgo de automatización (gráficos 3.10 y 3.11). También pueden incidir desfavorablemente, las dificultades de adaptación al cambio tecnológico derivadas tanto del elevado peso de población empleada en tareas rutinarias mayor de 45 años como también por el riesgo asociado a la obsolescencia de conocimientos tecnológicos asociada a la presencia de un elevado desempleo de larga duración.

Gráfico 3.10. % Horas trabajadas según nivel de cualificación laboral



Fuente: Elaboración propia a partir de Marcolin et al. (2016) y PIAAC (2012)

Gráfico 3.11. % Horas trabajadas por empleo con cualificación laboral

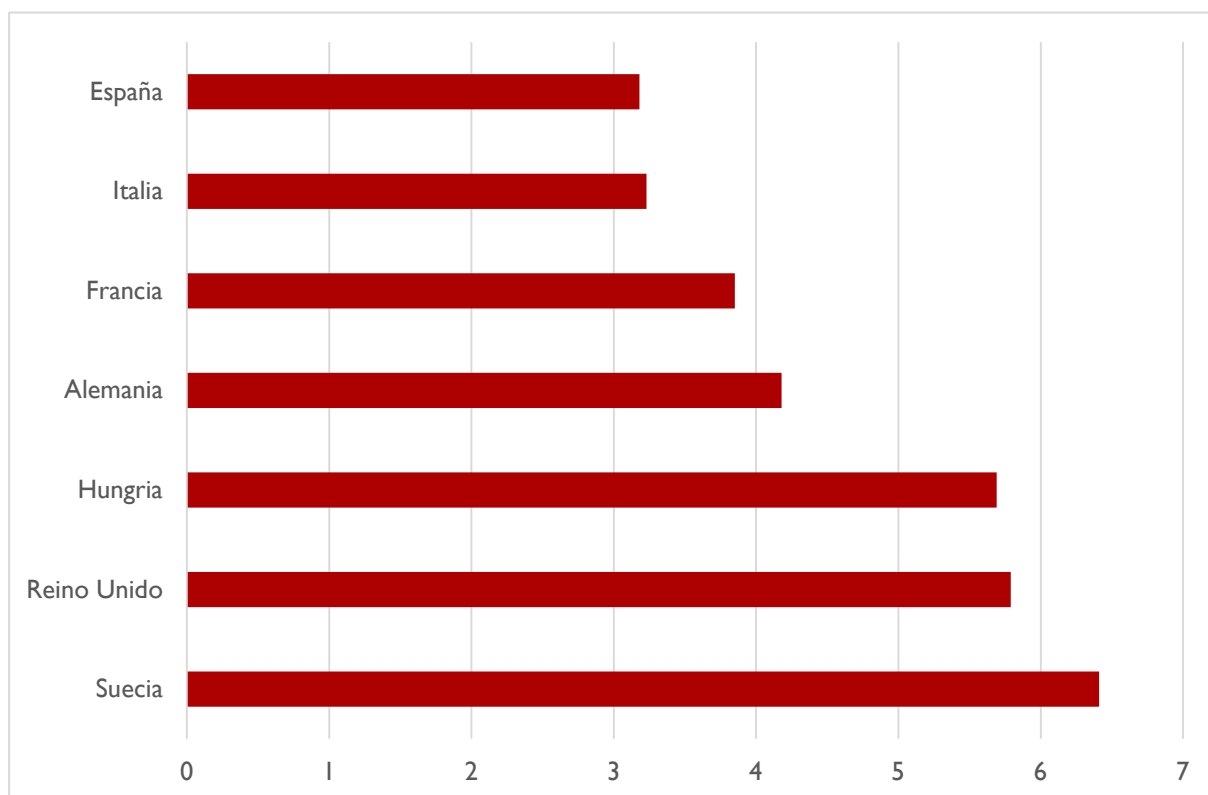


Fuente: Elaboración propia a partir de Marcolin et al. (2016) y PIAAC (2012)

Por el otro, la menor calidad de los puestos de trabajo. En particular, las diferencias existentes en la organización del trabajo y la menor adopción de nuevas tecnologías. Economías con mayor interés en la interacción comunicativa en la organización del puesto de trabajo suelen tener menos empleo en

situación de riesgo frente a la automatización. Y economías con mayor nivel inversor en las tecnologías digitales también afrontan un menor riesgo de automatización, dado que ya han sustituido trabajo por capital que desarrolla las tareas automatizables al tiempo que reforzaban su nivel de capital humano. En el contexto europeo, la situación de la economía española es deficitaria en ambos ámbitos (gráfico 12). La especialización productiva en actividades y segmentos de mercado de menor intensidad tecnológica y valor añadido no sólo dificulta la capacidad de absorción de conocimiento, probablemente también convierte en más atractiva la sustitución de trabajo por capital.

Gráfico 3.12. Peso del sector TIC en la economía (% PIB 2014)



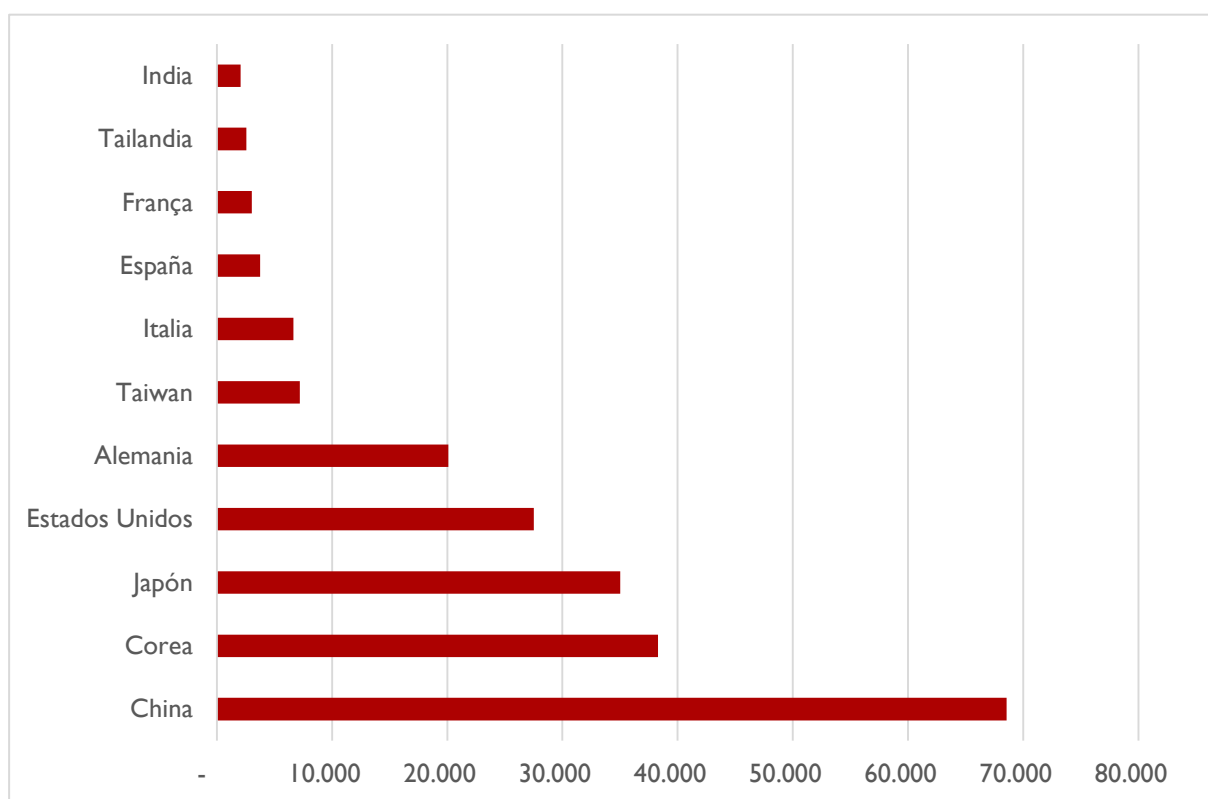
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat

Este incentivo poderoso al reemplazo laboral podría tener un efecto menos intenso en la práctica, debido al bajo coste laboral y la elevada flexibilidad contractual en el caso de las ocupaciones de servicios en España, incluso aquellas más abiertas a la competencia exterior. El proceso de devaluación interna y la reforma regulatoria recientes han reducido sensiblemente el coste laboral unitario en los principales sectores de actividad económica. La robotización deberá confrontar la competencia en España con algunos modelos de negocio esencialmente sustentados en la contención salarial.

Esta brecha se pone de manifiesto también en el informe de Afi (2017). Los autores afirman que el peso de las ocupaciones que mayor grado de complementariedad tienen con la robotización y la revolución digital es mucho menor en España (28,5% vs 43%) cuando lo comparamos con el valor

medio en economías que son referentes (Alemania, Reino Unido y Estados Unidos). Este tipo de ocupaciones, esencialmente integradas por técnicos y profesionales, así como profesionales de apoyo) tienen las mejores perspectivas de crecimiento en el futuro próximo y son las que presentan un menor riesgo de automatización. La correlación negativa entre el peso relativo de las ocupaciones avanzadas en el empleo y la tasa de desempleo estructural es muy avanzada, un indicativo de que el proceso de ajuste estructural en el mercado de trabajo asociado al cambio tecnológico ya lleva tiempo en curso.

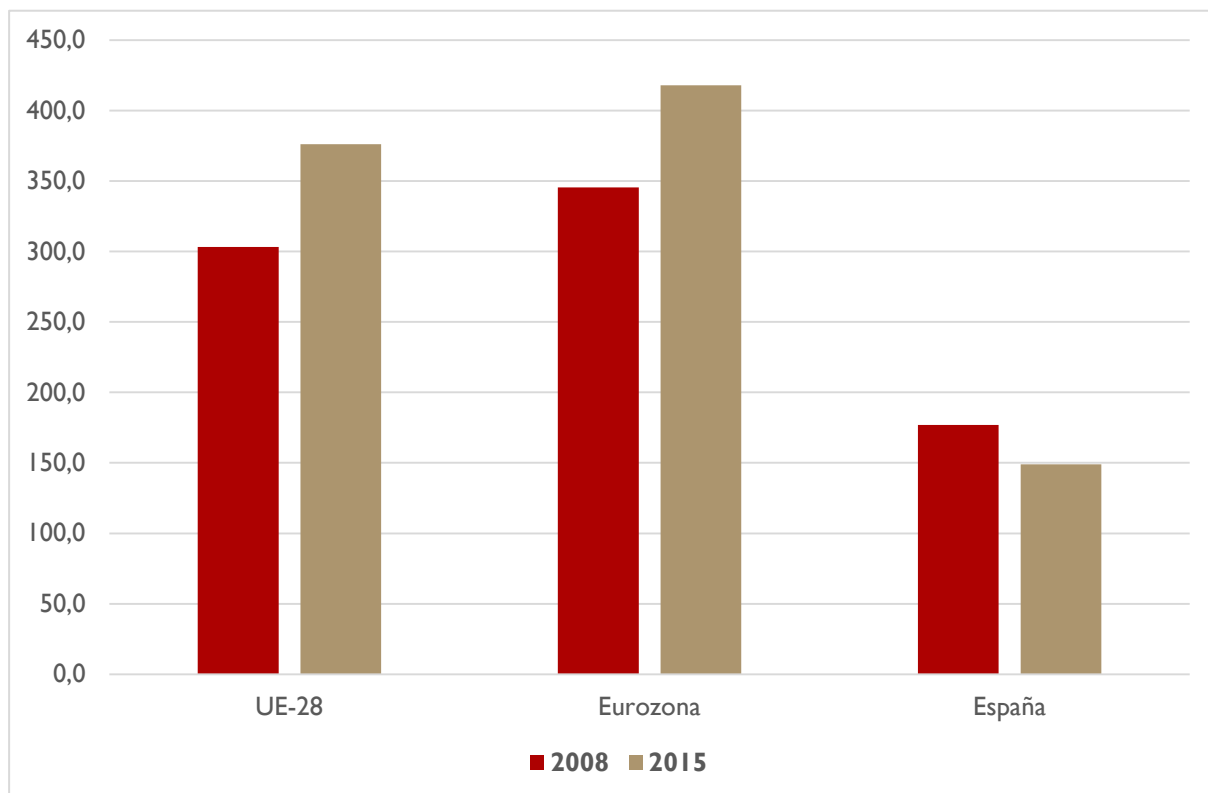
Gráfico 3.13. Compra de robots industriales (2015)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la International Federation of Robotics (IFR)

Otros factores alimentarían estos factores de riesgo. El principal es la falta de liderazgo tecnológico, ya que podría condicionar la adaptación futura de la economía española a la automatización y la condenaría a una aclimatación e implementación tardía, una dependencia tecnológica exterior y una posición desfavorable en las cadenas globales de producción en términos de empleo, salarios y valor añadido generado. Al limitado peso económico del sector TIC autóctona cabría añadir la lenta adopción de robots industriales y el déficit de inversión en I+D (gráficos 3.13 y 3.14). Son factores que apuntarían la existencia de un gap apreciable en el desarrollo y adopción de las tecnologías emergentes.

Gráfico 3.14. Inversión empresarial en I+D (Euros por habitante)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat

En otro informe reciente de McKinsey Global Institute (2017b), se estima que la automatización podría llegar a desplazar hasta el 23% de las actividades laborales actuales en España, una vez se tienen en cuenta la viabilidad técnica, los costes de aplicación de las tecnologías emergentes, las características del mercado laboral, el tipo de tareas desarrolladas los beneficios de la automatización, los aspectos regulatorios y el grado de aceptación social. Es un porcentaje similar a las economías de nuestro entorno cercano y podría dar lugar tanto a la reconfiguración de los puestos de trabajo como a cambios de categorías ocupacionales. Más preocupante parece a los autores del informe la reversión observada, en los años recientes, de la financiación a las políticas activas de empleo y a las medidas de apoyo a la formación de los trabajadores. La reversión de esta tendencia sería indispensable para facilitar las intensas transiciones laborales y atender las necesidades formativas que el cambio tecnológico traerán consigo.

En síntesis, los efectos potenciales de la automatización en la economía española, aunque tardíos, pueden ser más apreciables que en otras economías europeas, a causa de las características de los puestos de trabajo creados por el sistema productivo. Con independencia del efecto directo de la automatización, se apuntan las dificultades de la economía española para mejorar su posición relativa en las cadenas globales de valor, lo que incide directamente en la capacidad para generar mayores

rentas. En la medida, además, que la transición hacia un modo de producción más intensivo en capital suele reducir la participación de las rentas salariales, la aceleración del cambio tecnológico estaría induciendo una creciente desigualdad en la distribución de la renta. De modo que aquellas economías más susceptibles de sufrir el impacto de la nueva revolución tecnológica afrontarán el reto de gestionar una creciente asimetría y polarización no sólo en el acceso al mercado laboral, también en la estructura salarial. Al efecto en la asignación cabría añadir pues un impacto distributivo.

De ese modo, la inercia de un modelo productivo intensivo en trabajo poco cualificado que desarrolla tareas rutinarias pero poco estandarizadas y las favorables condiciones de contratación pueden retrasar en el tiempo el impacto directo de la automatización pero no evitar dicha polarización ni tampoco los previsibles efectos de sustitución en un futuro próximo.

Cabe tener presente además que la diversidad, interacción y complementariedad de muchas tecnologías emergentes hacen prever que sus efectos se distribuirán además de forma muy desigual a nivel regional, ya que algunas tareas serán más fácilmente automatizables que otras y algunos puestos de trabajo serán más afectados, tanto positiva como negativamente. De modo que mientras algunos empleos pueden ser plenamente sustituidos, en otros casos la automatización facilitará un mejor rendimiento laboral y aumentará la demanda de determinadas habilidades. Así mismo, es probable la creación directa de nuevos empleos y ocupaciones en áreas relacionadas con el desarrollo y supervisión de las tecnologías emergentes así como la creación indirecta de empleo en otras actividades que resultaría del aumento de rentas.

3.5. PERSPECTIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO

Indudablemente la automatización creará nuevos empleos también en España. Sin embargo, predecir las nuevas ocupaciones generadas por las tecnologías sustentadas en la inteligencia artificial es tarea harto costosa, ya que algunas de ellas pueden ser el resultado de tecnologías que todavía no se han implantado o de nuevos usos y aplicaciones de tecnologías existentes. En principio, cabría esperar que la nueva ocupación estuviera relacionada con el desarrollo y uso de las tecnologías emergentes, su supervisión y los cambios sociales que las acompañan.

La complejidad de la predicción se acrecienta por la evidencia de que gran parte de las proyecciones realizadas por los expertos se han focalizado en la destrucción de empleo, obviando los efectos de otros factores económicos, sociales e institucionales sobre la demanda laboral.

Unas pocas aportaciones nos permitirían aproximar el efecto potencial de creación de empleo asociado al cambio tecnológico en curso. La primera de ellas fue publicada por PWC (2013). En este caso, abarcaba una estimación a veinte años para la economía española en la que vaticinaba la tendencia hacia una mayor flexibilización de las formas y tiempos de trabajo, la necesidad de aumentar la productividad y una previsión de aumento en 2,5 millones los empleos para personas con cualificaciones medias. El aumento sería inferior para cualificaciones más elevadas (1,9 millones) mientras que preveía un descenso de 0,8 millones en la ocupación de personas con bajos niveles de cualificación. Medio ambiente, TIC, biotecnología, ocio y turismo serían los sectores protagonistas de la creación de ocupación en el nuevo contexto de cambio tecnológico.

Poco después fue Deloitte (2014; 2015) quien, con el apoyo de Frey y Osborne, evaluó el impacto del cambio tecnológico en Londres y el conjunto del Reino Unido. A partir de la observación de los cambios detectados en el período 2001-2015, afirman que el cambio tecnológico había modificado esencialmente la naturaleza de las ocupaciones y la composición del empleo. Es decir, el impacto se siente más a nivel de tareas que en el volumen de empleo. De hecho, infieren que por cada puesto de trabajo perdido se han creado cuatro adicionales, de mayor cualificación y de mejor nivel salarial medio, con un efecto expansivo sobre el conjunto de la economía.

En su estudio refieren las ocupaciones con el mayor aumento del empleo, que están relacionadas con tareas de naturaleza no-rutinaria, más protegidas ante la automatización, y que se corresponden con competencias en los ámbitos de la inteligencia social, inteligencia creativa, percepción y manipulación. Serían cuellos de botella para el proceso de automatización, que favorecerían la creación de empleo también en un entorno de cambio tecnológico disruptivo. Las principales fuentes de ocupación se detectan en las áreas más creativas, las relacionadas con el cuidado y la atención personal o las más complejas y sofisticadas, como la asistencia social, la docencia, la enfermería, los expertos en comercialización, las finanzas o los jefes de cocina, en detrimento de empleos relacionados con la contabilidad, la introducción de datos, la mensajería o el personal de secretaría, entre otros.

Por su parte, el trabajo de Boston Consulting Group (2015) infiere el impacto de las tecnologías recogidas bajo el concepto Industria 4.0 en el empleo de la industria manufacturera alemana. Bajo una hipótesis moderada, de crecimiento del 1% anual en los ingresos de la industria y de una tasa de adopción de los avances tecnológicos del 1%, el empleo industrial aumentaría un 5% en los próximos años. Esta tasa de crecimiento se doblaría en caso de que la aceleración de los ingresos fuera del 1,5% anual. Trasladando este escenario a la industria española, hablaríamos de un crecimiento de entre 130.000 y 260.000 nuevos puestos de trabajo hasta el 2025. Evidentemente, esta proyección ignora los efectos de las nuevas tecnologías en el sector servicios, principal fuente de empleo.

Más relevante parece la relación que ofrece este estudio sobre los principales viveros de ocupación, esencialmente relacionados con la investigación y desarrollo, así como las ocupaciones que exigen competencias en el desarrollo de software y el uso de tecnologías digitales. De ese modo, se resaltan los empleos relacionados con la integración de datos, la interacción hombre-máquina, científicos de datos, arquitectos de soluciones tecnológicas, diseñadores de interfaces, coordinadores de robots, expertos en realidad aumentada o mantenimiento predictivo, entre otras. En sentido inverso, los mayores descensos se prevén en las ocupaciones relacionadas con el control de calidad, la planificación, la cadena de producción y el mantenimiento.

Por su parte, el citado informe de Afi (2017) considera que, en el contexto de la transformación digital en curso, si se aplican las políticas de adaptación más adecuadas, la economía española podría crear más de dos millones de empleos netos en los próximos quince años. Sería el resultado de un crecimiento previsto en 3,2 millones de empleos de las ocupaciones avanzadas, de un crecimiento modesto (0,6 millones) de las ocupaciones personalizadas y de una destrucción de 1,4 millones de puestos de trabajo automatizables. Dada la baja tasa de empleo actualmente existente y los déficits de inversión en servicios relacionados con la educación, la sanidad, la dependencia o las infraestructuras científicas, el escenario proyectado parecería modesto (un crecimiento medio anual de 150.000 empleos).

Entre las ocupaciones susceptibles de mayor crecimiento en la demanda laboral se encontrarían no sólo los profesionales TIC (diseñadores de software, científicos de datos, especialistas en redes y

bases de datos...) sino también los físicos, los ingenieros o los matemáticos. En cambio, contables, administrativos, peones, operadores o montadores industriales, entre otras, serían las ocupaciones con peores perspectivas de empleo en el futuro.

El reciente trabajo de Josep Oliver para Manpower (2017) ofrece una estimación más precisa de los cambios previstos en el mercado de trabajo para el periodo 2017-2026. A partir de la interacción entre PIB y empleo, la comparación con el comportamiento de las economías europeas, las particularidades de la estructura productiva española y los cambios en la demanda de trabajo, en lo que se refiere a las categorías ocupacionales, la edad y los niveles educativos, diseña diferentes escenarios determinantes de la evolución del empleo. Las hipótesis de crecimiento bajo o medio nos señalan un aumento de entre 2,0 y 2,6 millones de empleos. El estudio prevé que la creación de nuevo empleo se concentre mayoritariamente en sanidad y servicios sociales, comercio, servicios a empresas, hostelería y algunas ramas industriales, con un auge en las categorías de profesionales, técnicos de apoyo y trabajadores cualificados en la industria, el progresivo envejecimiento de la ocupación y un sesgo creciente en favor de la educación superior.

Más focalizado en el impacto del cambio tecnológico, el informe de Accenture (2017) analiza las debilidades de la economía española desde la perspectiva del desarrollo de una economía digital. El rezago es considerable en comparación con las principales economías del entorno, tanto en lo que se refiere al desarrollo, empleo y atracción de habilidades y talentos digitales como a la inversión tecnológica y al marco regulatorio correspondiente. Este atraso relativo, sin embargo, abre la oportunidad a un impacto muy favorable de una estrategia que acelerara el proceso de transformación digital de la economía. El informe estima en un crecimiento adicional del 3,5% del PIB para el año 2021 dicho efecto potencial favorable. Si se mantuvieran estables la evolución de la productividad y la elasticidad empleo-PIB observada desde la reactivación económica reciente, este mayor crecimiento económico favorecería la creación de más de 600.000 nuevos empleos.

En el trabajo reciente del World Economic Forum (2016) se relacionan los grupos ocupacionales con mayor probabilidad de crecimiento del empleo (para el periodo 2015-2020), en el contexto del cambio tecnológico. El informe identifica a las actividades relacionadas con la informática y el cálculo, la arquitectura e ingeniería, la economía colaborativa y el crowdsourcing, el big data, el internet móvil, las tecnologías de nube o las energías alternativas, entre otros, como los principales viveros de empleo. En sentido contrario, apuntan a descensos en los roles laborales de índole administrativo, de instalación y mantenimiento o de producción en las industrias de bienes de consumo. El informe identifica también a las medidas de flexibilidad interna como uno de los principales factores de cambio en el mercado laboral del futuro: el trabajo es lo que realizan las personas y no dónde, cómo y cuándo lo hacen. Tal y como apunta el informe del CES (2017), será necesario anticipar estos cambios y gobernar las tendencias emergentes, sobre la base de la negociación y el consenso social.

Finalmente, el citado informe de McKinsey Global Institute (2017b) apunta que el impacto de las tecnologías emergentes en el empleo será globalmente positivo, ya que la cantidad de trabajo desplazada será más que compensada con el nuevo empleo generado por el mayor crecimiento económico y las inversiones asociadas. En particular, identifica al aumento de demanda inducido por la mejora de las rentas, al incremento de gasto sanitario asociado a una sociedad más envejecida y a la mayor inversión tecnológica y en infraestructuras como los principales factores generadores de empleo. Así mismo, señala a la gestión de personas, a las habilidades de comunicación, creatividad e

interacción social y emocional, altamente cognitivas, como las capacidades con mayor demanda laboral futura.

Probablemente, pues, el impacto de las nuevas tecnologías sea progresivo en el tiempo. En todas las actividades afectadas por la automatización, será necesario redefinir los puestos de trabajo para saber complementar el uso de las tecnologías emergentes, reforzando las habilidades de destreza manual, creatividad, inventiva, intuición interacción humana y social e inteligencia emocional y relacional. El desarrollo de estas habilidades generará oportunidades de nueva ocupación en actividades económicas muy distintas.

Es decir, con el tiempo los roles probablemente observen cambios significativos pero la economía española mantiene a priori un buen potencial para mejorar las cualificaciones profesionales, reubicar y reestructurar las funciones y mejorar la productividad como resultado de tecnologías que deberían ser más complementarias que sustitutivas. Sin duda alguna, y todavía más en estas fases más incipientes del desarrollo de la inteligencia artificial, la necesidad de mano de obra muy cualificada en los ámbitos del diseño o la ingeniería y el desarrollo de software es evidente. En un futuro próximo, serán necesarios matemáticos y analistas de datos, especialistas en generar, recoger y analizar información relevante para dar sentido y visión a la inmensidad de datos que acompaña los procesos de inteligencia artificial. Posteriormente, probablemente también serán indispensables expertos en la comercialización de productos y servicios para explicar a los consumidores la naturaleza y características de productos con un contenido tecnológico muy innovador o bien para detectar nuevos segmentos de mercado, hasta el momento poco familiares para las empresas. Del mismo modo, también será la oportunidad de nuevas ocupaciones en los ámbitos de las ciencias sociales para investigar el impacto de la tecnología en la sociedad y sus instituciones, tanto desde la perspectiva de sus efectos complejos como también de las dimensiones éticas asociadas a su uso. Evidentemente también se abrirá la oportunidad para ocupaciones relacionadas con la autorización, certificación, control, supervisión y mantenimiento de los nuevos desarrollos tecnológicos. Finalmente, en ámbitos como la regulación de las relaciones sociales y económicas, la seguridad física, la arquitectura, la planificación urbana o la ciberseguridad es previsible la aparición de nuevas ocupaciones de elevada especialización.

3.6. ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN

Como se ha indicado, el cambio tecnológico no se produce en un espacio vacío. Los efectos que las nuevas tecnologías potencialmente pueden inducir en el mercado laboral requieren de transformaciones que trascienden la acción del mercado y que sólo pueden ser desarrollados mediante procesos de aprendizaje y transformación social. Es decir, tanto los gobiernos como la sociedad en su conjunto están interpelados para conformar la dinámica del cambio tecnológico, social y económico necesaria para que el balance final en el mercado laboral sea positivo (Nübler 2016).

La evolución histórica nos muestra que, en el caso de tecnologías potencialmente disruptivas, cuando su adopción se acelera y extiende por el tejido productivo la economía debe afrontar un doble reto: un desempleo de carácter tecnológico que amenaza con convertirse en estructural y una creciente polarización de rentas derivada del sesgo en la demanda de cualificaciones. En dichos casos, la

necesidad de mejoras en los aspectos formativos y organizativos de las empresas y en las políticas públicas concernientes a la educación y la redistribución es apremiante.

Los estudios más recientes sobre los efectos de la implementación de la inteligencia artificial en la actividad económica (McKinsey Global Institute, 2017a) nos ponen de manifiesto que los efectos serán probablemente asimétricos. De ese modo, nos indican que los pioneros en su adopción son sectores muy cercanos a la frontera tecnológica digital (esencialmente, los focalizados en el ámbito del **big data** y el *cloud computing*), mientras que su aplicación en otras actividades sigue estando muy rezagada. La desigualdad también es patente en función de la dimensión empresarial ya que los líderes en implementación son las grandes empresas. La nueva automatización, por tanto, parecería reforzar las ventajas asociadas a la escala. La asimilación tecnológica también es mayor por parte de las empresas pioneras, ya que no se especializan en un único tipo de tecnología, sino que el proceso de automatización es amplio y diverso e incluso alcanza al negocio principal de la empresa. Finalmente, la implementación no se reduce meramente a la búsqueda de ahorro de costes, también se orienta hacia la provisión de nuevos productos y servicios. Evitar este sesgo en la capacidad de innovación exige el impulso de cambios organizativos y de estrategias adecuadas de adaptación por parte del sector empresarial. En su ausencia, la incidencia del cambio tecnológico sería desigual entre empresas y sectores, amenazados por la competencia creciente de sus rivales más innovadores. De ese modo, la presión sobre el empleo procedería de una pérdida de competitividad asociada al retraso en la asimilación de innovaciones tecnológicas que requieren también de cambios organizativos.

De modo que la economía española probablemente debería hilar muy fino para optimizar los mecanismos de compensación y adaptación al cambio tecnológico, desde el ámbito de la mejora del capital humano, intangible y tecnológico, a fin de que el efecto complementariedad domine sobre el efecto sustitución y evitar la persistencia de un elevado desempleo tecnológico. Pero ampliar la cualificación y el stock de capital humano de la sociedad probablemente no sea una respuesta suficiente y se requieran acciones, estrategias y políticas más selectivas y orientadas a favorecer la creatividad y la capacidad de adaptación al cambio. Es necesario intervenir.

Desde esta perspectiva, el principal desafío probablemente sea afrontar el cambio tecnológico en curso mediante una apuesta colectiva y socialmente inclusiva. A nivel general, parecería conveniente incidir preferentemente con actuaciones concretas, tanto desde el ámbito de las políticas públicas como desde las estrategias empresariales. Otros capítulos de este libro entran en detalle en estas prioridades y contenidos deseables.

BIBLIOGRAFÍA

Accenture (2017). Digital Economic Opportunity in Spain: How digitalization may boost the Spanish Economy.

Daron Acemoglu y Pascual Restrepo (2017). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. Working Paper Series 17/04. Department of Economics. MIT.

Afi (2017). El trabajo del futuro. Nota técnica. Observatorio ADEI y Google.

Melanie Arntz, Terry Gregory y Ulrich Zierahn (2017). Revisiting the Risk of Automatization. Economics Letters, 159: pp 157-160.

Melanie Arntz, Terry Gregory y Ulrich Zierahn (2016). The Risk of Automatization for Jobs in PECD Countries. A comparative Analysis. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, 189.

David H. Autor (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. Journal of Economic Perspectives, Vol 29 (3): 3-30.

David H. Autor, Frank Levy y Richard J. Murnane (2003). The Skill Content of Recent Technological Change. The Quarterly Journal of Economics, 118 (4): 1279-1333.

Richard Baldwin (2006). Globalisation: the great unbundling(s). Document per al projecte Globalisation Challenges for Europe and Finland, organitzat pel secretariat del Economic Council of Finland. Disponible a: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.511.95&rep=rep1&type=pdf>

Boston Consulting Group (2015). Man and Machine in the Industry 4.0 How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?.

Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee (2014). The second machine age: work, progress and prosperity in a time of brilliant technologies. WW Norton & Company.

Caixabank Research (2016). Les noves tecnologies i el mercat de treball. Dossier. Incluido en Informe Mensual, 398.

Queralt Capsada y Òscar Valiente (coord.) (2015). Els reptes en materia de competències de la població adulta. Polítiques, 83. Fundació Jaume Bofill.

CES (2017). La digitalización de la economía. Colección Informes, 03/2017.

Michael Chui, James Manyika y Mehdi Miremadi (2015). Four fundamentals of workplace automation. McKinsey Quarterly, November.

Deloitte (2015). From brawn to brains. The impact of technology on jobs in the UK.

Deloitte (2014). Agiletown: The relentless march of technology and London's response.

Eurofound (2016). What do Europeans do at work? A task-based analysis. European Jobs Monitor 2016. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.

Carl Benedikt Frey y Michael A. Osborne (2013). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?. Working Paper. Oxford Martin School. University of Oxford.

Georg Graetz y Guy Michaels (2015). Robots at Work CEP Discussion Paper No 1335

Terry Gregory, Anna Salomons y Ulrich Zierahn (2016). Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe. Conference paper. Technological Change, Versatility and Macro-Labor Models, B18-V2.

Luca Marcolin, Sébastien Miroudot y Mariagrazia Squicciarini. (2016). Routine Jobs, employment and technological innovation in global value chains. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2016/01. OECD Publishing.

McKinsey Global Institute (2017a). Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier?. Discussion paper.

McKinsey Global Institute (2017b). Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation. Discussion paper.

Henning Meyer (2017). Comprender la Revolución Digital y lo que realmente implica. Anuario Internacional CIDOB 2016-2017, pp: 50-56.

David A. Mindell (2015). Our Robots, Ourselves: Robotics and the Myths of Autonomy. Viking.

Joel Mokyr, Chris Vickers y Nicolas L. Ziebarth (2015). The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?. Journal of Economic Perspectives, Vol 29 (3): 31-50.

Irmgard Nübler (2016). New technologies: A jobless future or golden age of job creation? Working Paper, 13. International Labour Office.

PIAAC (2012). Survey of Adult Skills. OECD.

PWC (2013). Trabajar en 2033. Colección España 2033. Programa Crecimiento Inteligente.

Ian Stewart, Debapratim De y Alex Cole (2015). Technology and people: The great job-creating machine. Deloitte Report.

Darrell M. West (2015). What happens if robots take the jobs? The impact of emerging technologies on employment and public policy. Center for Technology Innovation at Brookings, October.

World Bank (2016). World Development Report: Digital Dividends. World Bank.

World Economic Forum (2016). *The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*.

WTO (2017). *World Trade Report: Trade, technology and jobs*. World Trade Organization.