

LAS CUALIFICACIONES PROFESIONALES Y LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Elías M. Amor Bravo

Presidente de AFEMCUAL

XI CONGRESO NACIONAL DE FORMACIÓN CONTINUA SALA AENOA

Madrid, 1 de marzo de 2018

I. El proceso de innovación tecnológica asociado a la cuarta revolución industrial

No considero arriesgado afirmar que el sistema educativo, y de manera especial la Formación Profesional, por su estrecha relación con el tejido productivo, se encuentra ante una compleja situación provocada por las tecnologías disruptivas asociadas a la cuarta revolución industrial que ya se encuentra entre nosotros.

Estamos ante un proceso que, entre otros efectos, supondrá la creciente automatización de un gran número de tareas. Un proceso que, inicialmente, estará afectando los empleos de menor nivel de cualificación asociados a tareas repetitivas, si bien ya existen evidencias que los trabajos de cualificaciones intermedias, como los administrativos y comerciales, también se encontrarán sometidos a la presión creciente de la automatización y digitalización.

En España, las evidencias disponibles sugieren que muchos empleos se verán afectados. Un riesgo que no se encuentra distribuido de forma homogénea entre los distintos segmentos de la población. Se asume que el impacto será mayor entre los trabajadores que tienen menores niveles de educación y los que se encuentran en situación de desempleo.

Por otra parte, la sustitución de los trabajadores por las máquinas obligará a los desplazados de sus empleos a adquirir nuevas habilidades y competencias, haciendo del aprendizaje a lo largo de la vida una práctica habitual. No obstante, la realidad es que muchas personas tendrán dificultades para asumir este compromiso con la formación continua, y otras quedarán desplazadas de manera definitiva del mundo laboral.

Desde esta perspectiva, la Formación Profesional, tanto la inicial del sistema educativo, como la Formación para el Empleo, aparecen como un poderoso instrumento para hacer frente a estas tendencias disruptivas en el mercado laboral y mitigar los efectos de la destrucción de empleo.

Y es así como tenemos que reflexionar sobre el presente y futuro de la Formación Profesional. Cualquier análisis de la experiencia pasada de los últimos años, es sin duda interesante para los archivos históricos, pero tiene poco que ver con lo que tenemos por delante: una revolución industrial, la 4ª, dominada por tecnologías innovadoras que van a cambiar nuestra forma de producir, consumir, relacionarnos, en definitiva, vivir.

A nadie le cabe ya la menor duda que el reto principal del cambio tecnológico reside en su impacto sobre el empleo. Un efecto aún desconocido en términos cuantitativos y cualitativos, pero que genera temores e incertidumbre en amplios sectores sociales. La sustitución de trabajadores humanos por máquinas es un fenómeno que ya ha tenido lugar en otros momentos a lo largo de la historia, pero nunca se ha puesto de manifiesto con tanta contundencia como en la actualidad y en el futuro inmediato.

Y es importante tener en cuenta que, lo que afecta actualmente a la humanidad tiene muy poco que ver con los antiguos movimientos luditas, organizados por trabajadores que lucharon contra las

máquinas en las primeras revoluciones industriales, haciéndolas responsables del “desempleo tecnológico” masivo.

En las tres primeras revoluciones industriales, el proceso de destrucción de empleos en sectores como la agricultura o las artesanías tradicionales, fue más que compensado por la generación masiva de nuevos puestos de trabajo en las fábricas. El crecimiento de la riqueza y las innovaciones tecnológicas actuaron como motores del empleo en ocupaciones nuevas que no existían previamente, y que fueron consolidando el movimiento obrero en los países que abrazaban el impulso industrial, con la aparición de nuevos sectores.

Además, las nuevas tecnologías fabriles, lejos de hacer desaparecer ocupaciones enteras, provocaron transformaciones en las tareas de quienes las desempeñaban hasta entonces, aumentando su valor y productividad, como, por ejemplo, en el caso de los conductores de carretas de caballos que pasaron a conducir vehículos de motor para poder transportar a más personas hacia los nuevos centros fabriles. Más tiempo libre y mayor productividad se encargaron de mejorar de forma sostenible los niveles de bienestar y riqueza de los trabajadores en las sociedades industrializadas.

El resultado final puede calificarse como muy positivo. El progreso económico y el bienestar social crecieron continuamente durante dos siglos gracias a los avances de la productividad, salarios y renta per cápita. En Estados Unidos o Reino Unido, entre 1901 y 2106 el PIB per cápita se multiplicó por 7 y 6 respectivamente. Un progreso que ha sido el resultado de transformaciones estructurales del empleo, una intensa reasignación de recursos entre los distintos sectores productivos, nunca antes observada en la historia de la humanidad.

El problema de las nuevas tecnologías disruptivas de la cuarta revolución industrial se encuentra en que su capacidad para crear, transformar o destruir trabajo, y el efecto neto de las mismas, es difícil de anticipar. Además, se trata de un cambio tecnológico que se está produciendo a un ritmo, velocidad y extensión nunca antes visto en la historia. Nos encontramos ante un proceso tan acelerado que puede sobrepasar la capacidad de adaptación de los trabajadores, de muchas empresas, de los gobiernos, y en general, de las sociedades.

En esencia, el Foro de Davos, donde se acuñó el término cuarta revolución industrial por primera vez, estableció como tecnologías disruptivas y emergentes las asociadas a la inteligencia artificial, robótica, internet de las cosas, los vehículos autónomos, las impresoras de 3-D, nanotecnología, biotecnología, ciencia de los materiales, el almacenamiento de la energía y la computación cuántica.

Estas tecnologías van a desplegarse, en el tiempo, en coincidencia con otras fuerzas de gran impacto transformador a nivel social, como el nuevo comportamiento de los consumidores millenials, la creciente movilidad e hiperconectividad que buscan las personas, así como la explotación de los datos y ligado a ello el desarrollo de nuevas industrias y sectores, como blockchain o cloud computing que provocarán el nacimiento de nuevos modelos de negocios con sólidas bases en el universo digital.

Un mundo nuevo, casi de ciencia ficción, que ya se está dibujando ante nosotros como un gran tsunami que va a cambiar la economía y sociedad, y al que vale la pena dedicar toda nuestra atención y esfuerzos. Lo más importante es que estas tecnologías, de la misma forma que van a destruir empleo, también se encuentran asociadas a la creación de nuevas ocupaciones en actividades y sectores que en este momento se desconocen, pero se intuyen, y que a largo plazo pudieran compensar los destruidos.

Hay quien afirma, y con razón, que los niños que están naciendo en 2017 y 2018 trabajarán en el futuro en nuevas ocupaciones, actualmente desconocidas. Un estudio realizado en 2016 por el Foro de Davos demostraba que el 65% de los niños trabajarán en el futuro en empleos que todavía no existen y para las que no existen programas formativos. Lo poco que sabemos es que estos empleos necesitarán fuertes competencias interpersonales y creativas. Justo lo que no hacen las máquinas.

Mientras tanto, los padres de estos niños, a lo largo de sus vidas laborales, se verán obligados a cambiar de empleo, de formación y de ocupación en varias ocasiones. Ya lo han estado haciendo sus abuelos, en menor medida. Pensemos, por ejemplo, que hace tan solo 10 o 15 años, empleos que actualmente tienen una gran demanda, como diseñador de páginas web y APP, gerentes de tráfico digital, expertos de marketing digital, vendedores digitales, diseñadores de experiencia del consumidor, científicos de datos, community manager, o especialistas de ciberseguridad, no existían ni eran apenas conocidos.

Además existe la preocupación por el hecho que los trabajadores “desplazados” por las tecnologías disruptivas puedan tener muy complicado adquirir las habilidades y competencias técnicas necesarias para desempeñar las nuevas ocupaciones y tareas. Y entonces será muy tarde para reaccionar.

Sobre esto también existe cierta polémica no resuelta.

Si revisamos de manera somera nuestra historia más reciente, se puede constatar que las industrias que han avanzado más en los procesos de automatización no son las que han destruido un mayor volumen de empleo, al menos durante las últimas 3 o 4 décadas.

Si nos centramos en concreto en la automatización, los países del mundo con mayores tasas de robotización por número de habitantes, como Japón, Singapur o Corea del Sur, también son los que presentan tasas de desempleo más bajas.

Del mismo modo, cuando se tienen en cuenta los índices de digitalización, se observa que los países del mundo que tienen índices más elevados, como los países nórdicos de Europa o los de Asia antes citados, también presentan tasas de desempleo más bajas. Es curioso. Dos economistas, Acemoglu y Restrepo, con datos de áreas metropolitanas de EEUU, han obtenido relaciones matemáticas precisas entre el incremento de los índices de robotización: una unidad adicional en el índice supone una reducción de la tasa de desempleo entre 0,18 y 0,34% y de los salarios entre 0,25 y 0,5% respectivamente.

Es decir, a nivel agregado no existen evidencias que la automatización vaya a suponer un aumento del desempleo, pero lo que está ocurriendo realmente en los últimos 40 años es que los cambios tecnológicos sí que están provocando una creciente polarización del mercado laboral que se percibe de tres formas.

En primer lugar, las máquinas complementan a los trabajadores que realizan tareas no rutinarias abstractas con una elevada relación con la gente. En segundo, las máquinas y robots están eliminando empleos que se basan en tareas rutinarias asociadas a niveles salariales medios. En tercero, las máquinas no parece que estén teniendo efectos negativos sobre los trabajadores que realizan tareas manuales no rutinarias que están asociadas a niveles salariales muy bajos.

Esta polaridad del mercado laboral está presente en España y el crecimiento del empleo en los distintos sectores y actividades en los últimos años, tiene mucho que ver con esa polaridad. De ese modo, estamos observando que las ocupaciones que entrañan un alto contenido de conocimientos o que requieren cualificaciones específicas, así como aquellas que se relacionan con tareas manuales no rutinarias, son las que están creciendo de forma más destacada, tirando del resto del empleo.

Pero el impacto de las tecnologías disruptivas se dejará sentir, sobre todo, en el desajuste de habilidades y competencias de las personas y los puestos, el fenómeno conocido como “skill mismatch” que se puede agrandar de forma muy notable. Entonces, cuando esto ocurra, la Formación Profesional aparece como un instrumento fundamental para actuar rápido, con flexibilidad, inteligencia y al ritmo de las exigencias de la innovación tecnológica. Ninguna otra rama del sistema educativo o formativo de nuestro país está en condiciones de asumir este reto.

Por eso, considero que la Formación Profesional puede estar atenta a aquellas tareas, sobre todo las más rutinarias, que en un primer momento van a ser ampliamente automatizadas, para que los trabajadores, cuando pierdan sus empleos puedan ser recualificados y con ello acceder a las nuevas oportunidades que sin duda aparecerán vinculadas a las tecnologías disruptivas, como la robótica o la inteligencia artificial o el internet de las cosas. Actualización de conocimientos y cualificaciones, y apuesta por las nuevas ocupaciones serán los retos que tendrá que asumir la Formación profesional en el futuro inmediato, por eso debe estar preparada para ello.

Aunque las tecnologías disruptivas van a permitir la automatización progresiva de tareas que antes se consideraba exclusivas de los humanos, entre las que se encuentran las de percepción y manipulación, como conducir o limpiar casas, y también las tareas cognitivas, como diagnosticar enfermedades o escribir documentos legales, incluso la educación y formación, sin embargo, su impacto va a suponer la aparición de sectores completamente nuevos que exigirán mayores y sobre todo, nuevas cualificaciones a los trabajadores.

El pesimismo no debe inundar nuestro análisis. Por el contrario, con una visión prospectiva adecuada, es fácil suponer que conforme las sociedades sean más ricas, y las personas dispongan de más capital y tiempo libre para el ocio, con mayor automatización, y en presencia de un número creciente de tareas rutinarias o de bajo valor añadido, se demandarán también más servicios

pertenecientes a sectores trabajo intensivos, en los que la innovación, la experiencia personal y las relaciones humanas son prioritarias.

Se trata de servicios que la sociedad estará dispuesta a pagar a precios altos, y junto a las ganancias de productividad, puede conducir a salarios más elevados. En este escenario, si se acepta que las personas van a vivir más años y en mejores condiciones de salud, se puede esperar entonces que sectores como el cuidado de la salud y la medicina, el cuidado personal, el ocio y el turismo y los servicios para familias, en general, crecerán en este escenario de futuro absorbiendo el empleo que se va destruyendo como consecuencia de las tecnologías disruptivas.

La inversión en capital humano cobra una importancia fundamental, estratégica. Y una vez más, la Formación Profesional aparece como una solución, no un problema, frente a los cambios por delante. Por eso, he pensado que mi conferencia debería abordar el futuro y no el pasado.

Lo que hemos recorrido en los últimos años, integración de la formación profesional en un sistema nacional de cualificaciones profesionales, es sin duda mucho, y desde luego, en la dirección correcta.

Pero lo que tenemos que afrontar exige determinación y, más que nunca, capacidad para pensar en términos estratégicos aprovechando todo lo bueno que hemos creado, y dejando a un lado las discusiones improductivas que retrasan la necesaria adopción de decisiones.

II. El impacto de la automatización sobre el empleo

Los servicios de estudios de las principales instituciones, los think tanks más prestigiosos a nivel internacional y las agencias de investigación dependientes de los poderes públicos llevan algún tiempo tratando de anticipar a quién y cómo nos afectará el impacto de las tecnologías disruptivas de la cuarta revolución industrial.

Un análisis que resulta necesario para determinar el tipo de políticas activas de empleo, entre ellas la formación, pero también la orientación profesional y la intermediación laboral, más adecuadas para que los trabajadores puedan permanecer empleables frente a los cambios que se presentan en el horizonte inmediato. En particular, van siendo numerosos y de calidad los estudios realizados en España que merecen ser tenidos en cuenta por sus resultados, ya que nos orientan con relación al impacto del avance de la tecnología sobre la naturaleza de los puestos de trabajo, ocupaciones y cualificaciones.

En ese sentido, quisiera destacar un estudio reciente a cargo de Aina Gallego, investigadora del Institut Barcelona d'Estudis Internacionals, y publicado en Ocupaciones en transformación, ¿a quién afectará el cambio tecnológico?, del Observatorio social de la Caixa el pasado año 2017.

Este estudio, que sirve de referencia a mi presentación, utiliza el indicador del riesgo de automatización de empleos propuesto por Carl Benedikt Frey y Michael Osborne en un trabajo

publicado en 2013 que, aun cuando ha recibido algunas críticas, proporciona igualmente información de utilidad para argumentar las tesis que me propongo exponer en esta conferencia.

El riesgo de automatización se define como la probabilidad que determinadas tareas actualmente ejecutadas por personas pasen a ser realizadas por máquinas (robots, ordenadores, inteligencias artificiales...) total o parcialmente. Al centrar el objeto de análisis en las tareas, en el desempeño, y no en el conjunto de la ocupación, el riesgo de automatización permite definir mejor y de manera más precisa el impacto de las tecnologías disruptivas sobre el empleo en general.

El indicador citado se elabora a partir de la información obtenida en entrevistas con expertos pertenecientes a distintas áreas de las empresas sobre el tipo de tareas que podrán realizar máquinas en los próximos 20 años, como consecuencia de las tecnologías disruptivas. Realizando dicha investigación fue posible determinar el potencial de automatización de un total de 70 ocupaciones a partir de la descripción de las tareas que se llevan a cabo en ellas. Posteriormente, se elaboró un sistema de clasificación automático para predecir la probabilidad de que una determinada ocupación pudiera ser automatizada en función de la composición de sus tareas actuales.

La medida resultante refleja la proporción en la escala de 0 a 1 de trabajo humano en cada ocupación actual que potencialmente podría ser sustituido por capital tecnológico para un total de 702 ocupaciones (según la clasificación ocupacional ISCO (International Standard Classification of Occupations) de 4 dígitos, muy detallada). Si el índice alcanza el valor 0 la probabilidad de automatización de la tarea es nula y lo contrario si el índice alcanza la puntuación 1.

Conviene señalar, al respecto, que la medida del riesgo de automatización utilizado no permite calcular el porcentaje de empleos que se destruirán, sino la probabilidad que para cada ocupación el trabajo humano, pueda ser sustituido por capital tecnológico en algunas o todas las tareas que se desarrollan en esa ocupación.

Esta perspectiva adquiere interés por lo siguiente.

Es evidente que cuando una tarea se automatiza, el riesgo de destrucción de puestos de trabajo aumenta, pero igualmente puede ocurrir que el número de empleos se mantenga o incluso crezca, bien como consecuencia de un aumento de la demanda hacia los productos o servicios generados, o porque la ocupación se transforma, como consecuencia de la innovación en curso, e incorpora tareas nuevas.

Además, el hecho de que resulte posible desde el punto de vista técnico automatizar una tarea no significa que eso vaya a ocurrir, puesto que puede suponer un coste muy elevado para la empresa, que no justificaría la inversión a realizar, e incluso podrían existir impedimentos éticos o legales.

Pensemos en el caso de correo electrónico. Esta tecnología fue adoptada, de manera masiva, hace unos 20 años. Algunos anticiparon entonces que su extensión provocaría la desaparición del correo postal, lo que supondría además la desaparición de un gran número de puestos de trabajo en todos los países del mundo.

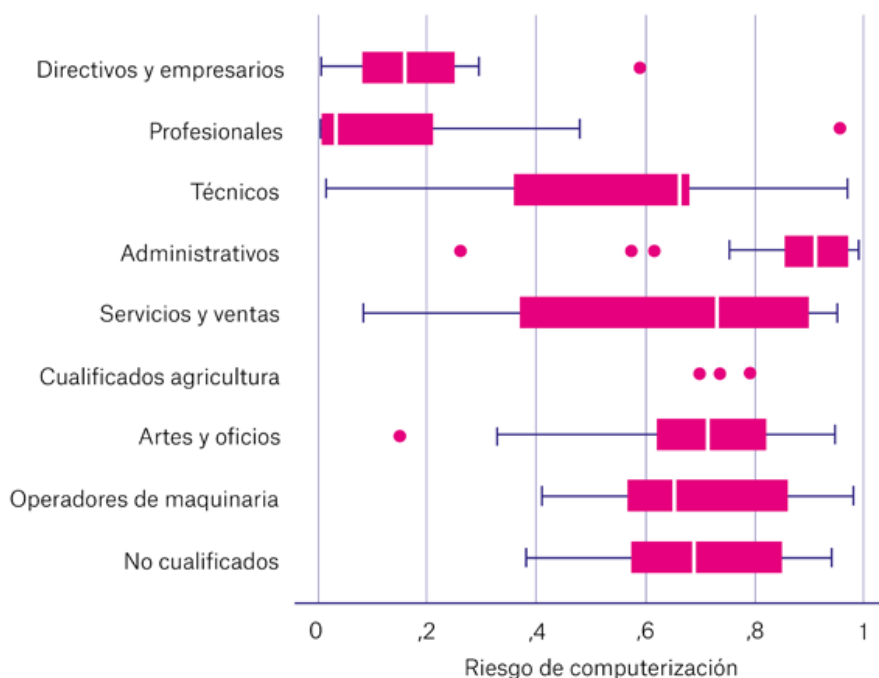
Sin embargo, el auge del comercio electrónico en la última década, especialmente en los últimos 5, está presionando intensamente la capacidad de logística de las empresas. El aumento de la demanda del e-commerce ha llevado a algunas compañías de servicios postales y de mensajería a incrementar su actividad, flotas y personal, así como centros y potencial tecnológico. El cambio en las tecnologías arroja un resultado positivo.

Por citar otro ejemplo más concreto, según el indicador utilizado de automatización, la ocupación de jardinero presenta un riesgo de automatización muy elevado, de 0,87 pero esto no quiere decir que el número de jardineros se vaya a reducir de forma drástica. En términos de las nuevas tareas, puede ocurrir, por ejemplo, que los jardineros no se dediquen a cortar el césped sino que atiendan al cuidado especializado de flores, como consecuencia que, por diversos motivos, se produzca una mayor demanda de jardines de flores y parterres en las zonas residenciales o en las ciudades.

Siguiendo el mismo argumento, puede que la revolución tecnológica produzca la aparición de robots especializados en realizar la poda de árboles, pero tal vez los robots sean muy caros y la gente, en general, prefiera seguir empleando a humanos para esta ocupación en sus jardines privados. Dos factores que explican la complejidad de estimar los efectos derivados de la automatización y la necesidad de analizar el impacto disruptivo sobre las tareas.

El estudio citado ha elaborado el riesgo de automatización dentro de cada uno de los principales grupos ocupacionales. Los resultados se presentan en el Gráfico siguiente.

Gráfico 2. **Riesgo de computerización por ocupaciones**



Fuente: Encuesta Social Europea, 2014.

En este Gráfico, el eje horizontal presenta el riesgo de automatización en la escala antes citada (0-1), de modo que las ocupaciones cuyas tareas presentan un menor riesgo de ser ejecutadas por las máquinas se acercan a la puntuación de 0, y las que tienen mayor riesgo de desaparecer como consecuencia del impacto de las tecnologías disruptivas, se encuentran más próximas a 1. Los datos de riesgo se calcularon para las categorías de 9 grupos ocupacionales (directivos y empresarios, profesionales, técnicos, administrativos, servicios y ventas, cualificados agricultura, artes y oficios, operadores de maquinaria y no cualificados).

Se observa que las ocupaciones asociadas a puestos directivos y empresarios, y en menor medida, de “profesionales” (categoría que abarca desde médicos a químicos, consultores, profesores o informáticos) son las que desarrollan tareas que presentan menor riesgo de automatización, es decir, las tareas propias de estas profesiones están alejadas de la posibilidad de ser ejecutadas por máquinas. El riesgo de automatización en todas ellas es muy bajo y claramente inferior a la media.

Sin embargo, el riesgo de automatización aumenta de forma significativa para el resto de categorías de grupos ocupacionales. En particular, la categoría de “técnicos” que incluye profesiones muy diversas, como operadores especializados, ingenieros técnicos o inspectores con niveles de formación medios, y que realizan algunas tareas rutinarias, se verá afectada por la irrupción de las máquinas en los próximos años en más de la mitad de las tareas realizadas en estas ocupaciones.

En concreto, el grupo que presenta un mayor riesgo de automatización es el de los administrativos, que desempeñan tareas fáciles de sustituir por el capital tecnológico disruptivo con un índice próximo a 1.

Si hasta hace poco los procesos de automatización se centraban en segmentos industriales o empresariales en los que la introducción de las máquinas ha modificado los procesos productivos, Japón ya ha dado un paso más allá al anunciar que llevará a cabo una de las primeras experiencias en las que la inteligencia artificial hará trabajos no manuales reemplazando a trabajadores de oficina, administrativos.

El rápido envejecimiento de la población en Japón, uno de sus mayores problemas en el futuro, junto con su destreza y desarrollo en el campo de las nuevas tecnologías y la robótica lo convierte en un excelente campo de pruebas para probar los sistemas de inteligencia artificial. No en vano, según un informe de Nomura de 2015, cerca de la mitad de todos los trabajos del país podrían ser realizados por robots en 2035.

La experiencia ha sido desarrollada por la empresa de seguros nipona Fukoku Mutual Life Insurance, que a partir de enero de 2017 implementó una plataforma de inteligencia artificial denominada "IBM Watson Explorer" para sustituir el trabajo de 34 de sus empleados administrativos que se dedican a escanear y leer documentación de registros hospitalarios como historiales clínicos, las lesiones en el lugar de trabajo y los procesos administrados con el fin de establecer los pagos y detectar posibles fraudes. Con esta medida, la firma aspira a incrementar su productividad en un 30% y recuperar su inversión en menos de dos años.

El sistema dispone una tecnología cognitiva que puede pensar como un ser humano, lo que le permite analizar e interpretar todos los datos, incluyendo textos no estructurados, imágenes, audios y vídeos. Mientras que el uso de la inteligencia artificial reducirá drásticamente el tiempo necesario para calcular los desembolsos de la aseguradora, el trabajo humano no desaparece del todo por cuanto las sumas de indemnización no serán abonadas hasta su aprobación por un empleado.

La inteligencia artificial no solo se ciñe a los administrativos del sector de seguros, y ya se anuncia su aplicación en la actividad pública de Japón, con la incorporación de un sistema de inteligencia artificial que ayude a los funcionarios a redactar las respuestas de los ministros durante las reuniones del gabinete y las sesiones parlamentarias. Con ello, se pretende reducir el cuantioso número de horas que los funcionarios pasan preparando las respuestas de los ministros. Si tiene éxito, la iniciativa podría ser adoptada por otros organismos gubernamentales.

Estos avances en la automatización, de la que los trabajos administrativos habían quedado al margen hasta ahora, son un movimiento esperado en otros países del mundo. En EEUU, entre 2,2 y 3,1 millones de puestos de trabajo, muchos de ellos en administración, están amenazados por las tecnologías de automatización impulsadas por la inteligencia artificial por su capacidad para resolver problemas y aprender con muy poca interacción humana.

Por otra parte, categorías ocupacionales como los trabajadores en servicios y ventas, los operadores de maquinaria o los trabajadores no cualificados presentan unos niveles de riesgo de automatización medio alto, pero no deben perder de vista que el ritmo acelerado de las innovaciones tecnológicas también puede afectar las tareas que ejecutan en cualquier momento.

Con relación a los trabajadores en servicios de ventas, por ejemplo, la SFA, Sales Force Automation, automatización de la fuerza de ventas, en los últimos años ha venido identificando una serie de procesos para lograr una mayor productividad en la gestión comercial de las organizaciones. Es por tanto, un proceso que ya está entre nosotros que no ha ido acompañado de una reducción de puestos de trabajo.

Los sistemas de CRM (Customer Relationship Management) asociados a estas tecnologías, han ayudado a las empresas a automatizar su proceso de ventas, ganando visibilidad en las relaciones con los clientes y evaluando el desempeño en las metas de ventas. Tecnologías informáticas que han probado su validez para desarrollar actividades comerciales desde la planeación de ventas, hasta la evaluación de resultados de la gestión comercial, pasando por temas de tipo logístico y financiero. Lamentablemente, el porcentaje de fracasos en su implementación es muy alto (un 30 a 40% de implementaciones fallidas).

La principal razón para ello es cuando no existe una relación directa entre los procesos comerciales que lideran los equipos de ventas y el sistema finalmente implementado, que en la mayoría de los casos termina implementado y en muchos casos liderado, por el área de tecnología o sistemas. Los expertos creen que la introducción de la inteligencia artificial en estos procesos, en la medida que supone una mejora de la experiencia del cliente, va a suponer un revulsivo para muchos empleos en el área de ventas y marketing.

Menos suerte tendrán las ocupaciones relacionadas con la industria, como los operadores de maquinaria, que ya han venido sufriendo el impacto de la entrada de robots en la fabricación, así como los trabajadores no cualificados de los distintos sectores. Ellos serán los más perjudicados por el impacto de la cuarta revolución industrial.

Además, el estudio analiza el riesgo de automatización de acuerdo con las principales características sociodemográficas de la población y ofrece información de interés que vale la pena comentar. En el Cuadro se presentan los resultados por sexo, educación, ingresos, municipio y situación laboral, respectivamente.

Ahora el riesgo de automatización, medido en la escala 0-1, se presenta en el eje vertical, en tanto que en el horizontal se establecen los perfiles sociodemográficos analizados.

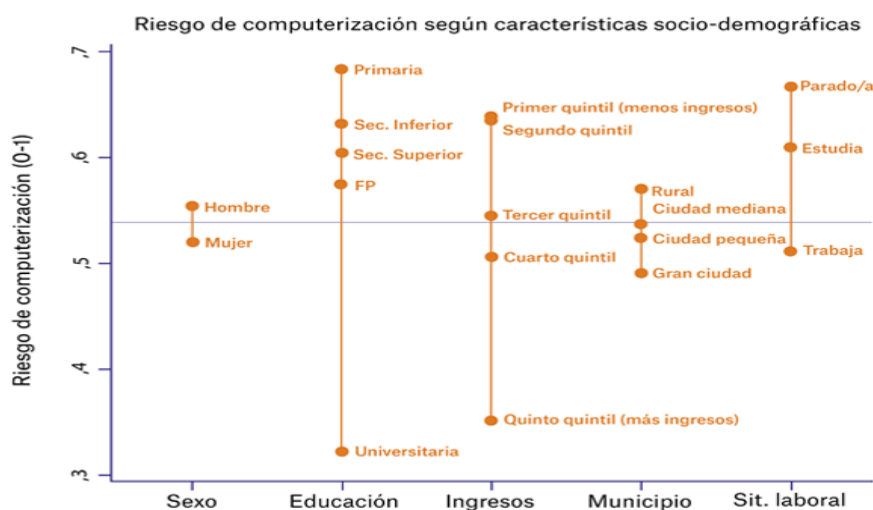
El estudio destaca el riesgo de automatización de las ocupaciones en función de los estudios realizados. No cabe la menor duda, que cuanto más baja sea la titulación alcanzada, el riesgo de automatización de tareas es mayor. En España, tener estudios de primaria supone asumir una eventual pérdida de empleos como consecuencia de las tecnologías disruptivas. En concreto, y respecto al nivel educativo alcanzado por estos trabajadores, casi el 70% de las tareas que realizan actualmente las personas con educación primaria podrán ser realizadas por máquinas en el curso de unos pocos años.

Estas personas de bajo nivel educativo aparecen en todos los estudios realizados como las que más probabilidad tienen de ser afectadas por el “desempleo tecnológico”, y por ello, las que necesitarán más formación en nuevas habilidades si quieren permanecer en el mercado de trabajo. Este hecho ofrece una orientación muy interesante para el desarrollo de la Formación Profesional, que debe avanzar claramente hacia las nuevas competencias que reclamarán los empleos tecnológicos y dirigir sus esfuerzos hacia esta población de bajo nivel educativo que tendrá que adaptar sus competencias al cambio tecnológico. El aprendizaje a lo largo de la vida debe ir acompañado de una actualización permanente de los contenidos de las cualificaciones para que se adapten a las necesidades de tareas de los empleos afectados por la revolución tecnológica.

La profundidad del impacto de las tecnologías disruptivas es de tal magnitud que también habrá problemas para las personas que tienen un nivel formativo de secundaria inferior (ESO) e incluso superior (bachillerato, BUP, COU) porque presentan índices de riesgo de automatización superiores a la media. Este es un mensaje para el sistema educativo que deberá incorporar en los planes de estudio de los alumnos y, además cuanto antes, los contenidos curriculares relacionados con la digitalización y automatización que favorezcan la adaptación de los egresados al nuevo entorno tecnológico disruptivo.

Por el contrario, los que han estudiado Formación Profesional presentan un riesgo medio y desde luego inferior, si bien, a cierta distancia de los estudios universitarios que aparecen como los menos afectados por la irrupción de las tecnologías de la cuarta revolución industrial. Aunque el grado de automatización varía en determinadas ocupaciones, hay que estar preparados para lo que viene.

Gráfico 3. **Perfiles sociodemográficos y riesgo de computerización**



Fuente: Encuesta Social Europea, 2014.

En tales condiciones, la Formación Profesional, que ocupa una centralidad en la distribución obtenida en este estudio, deberá esforzarse en reciclar contenidos, actualizar las realizaciones profesionales contenidas en las unidades de competencia de las cualificaciones, incorporar nuevas habilidades de manera continua, y flexibilizar en la medida de lo posible la impartición de contenidos y la aplicación para poder atender los retos tecnológicos. Un nuevo escenario que la Formación profesional puede asumir, acostumbrada a los cambios y la flexibilidad. La Formación Profesional dada su versatilidad y capacidad de reacción, aparece como solución al riesgo de automatización, nunca como problema.

En este cuadro en el que el nivel de estudios será fundamental para afrontar el riesgo de automatización, el esfuerzo de aprendizaje de los trabajadores, posiblemente muy intenso dada la complejidad inherente a la aplicación de las tecnologías disruptivas, hará que la Formación profesional continua tenga que especializarse y orientarse por criterios de adaptación individual, al tiempo que se convierte en parte fundamental del día a día de los trabajadores en su entorno real de trabajo. Las nuevas tecnologías asociadas a la inteligencia artificial ayudarán a ello.

Las empresas que asuman que este es el verdadero sentido de la Formación profesional continua e incorporen este diseño compartido de trabajo y aprendizaje serán las que estarán mejor preparadas para automatizar tareas, situarse en la vanguardia tecnológica y no reducir sus estructuras laborales. Una parte muy importante de la formación de adaptación se realizará en los puestos de trabajo. El auge de la formación online está servido.

La automatización trae consigo cambios en los puestos de trabajo de las empresas, pero éstas tendrán que aprovechar también el “elemento humano” si quieren tener éxito en sus modelos organizativos. Como consecuencia de ello, cabe esperar que aparezcan nuevos roles que exigirán competencias nuevas de creatividad y solución de problemas que sólo los humanos pueden ofrecer.

Las empresas que miran hacia delante prestarán especial atención a los cambios de sus procesos para atraer a los mejores profesionales ofreciendo, por ejemplo, formación continua y aprendizaje de nuevas competencias y cualificaciones, como aprendizaje a lo largo de la vida y fomento de la competencia emprendedora. Conforme las empresas automatizan sus tareas más repetitivas y manuales, iniciarán al mismo tiempo un ciclo de aprendizaje continuo que asegure que la fuerza de trabajo humana siga siendo ágil y adaptable, fuertemente relacionada con la cultura de la empresa, relevante y responsable.

En particular, se observa también una gran diferencia en el riesgo de automatización según el nivel de ingresos.

El estudio muestra igualmente una correlación importante entre riesgo de automatización y salario. La relación entre nivel de ingresos y riesgo es directa, de modo que éste disminuye a medida que aumentan los ingresos, lo que guarda estrecha relación con la estructura de las ocupaciones antes expuesta. No parece que el coste laboral esté detrás de la irrupción de las nuevas tecnologías disruptivas, sino que este proceso incorpora otro tipo de consideraciones en las decisiones de inversión tecnológica.

De igual modo, se observa en el estudio que los trabajadores de las grandes ciudades presentan un riesgo menor de automatización en las tareas que realizan que los trabajadores del entorno rural, aunque la correlación con el tipo de municipio en que se reside es relativamente baja. La razón que explica este resultado se puede encontrar en que los empleos propios de la economía digital y los de naturaleza más cognitiva, en principio más difíciles de automatizar que los rutinarios, se concentran en las grandes ciudades.

Por último, el riesgo cambia de forma notable atendiendo a la situación laboral. Las personas empleadas tienen un riesgo de automatización ligeramente inferior a la media, mientras que estudiantes y parados presentan valores mucho más elevados. Para asignar los valores de riesgo a estos dos últimos grupos, se ha utilizado la ocupación en el último empleo. El estudio ya ha permitido constatar que un gran número de desempleados se encontraban anteriormente en ocupaciones que tenían un alto riesgo de automatización.

Este fenómeno sugiere que algunos desempleados actuales podrían haber perdido su trabajo precisamente por haber sido desplazados por capital tecnológico. La Formación para el empleo, que tiene su ámbito de actuación en el mundo laboral, adquiere especial relevancia a la vista de estas tendencias, y deberá intensificar su acción sobre los desempleados, sobre todo de larga duración y los jóvenes, para facilitar su acceso a los nuevos empleos.

Pero tendrá que rediseñar sus estructuras y procedimientos para afrontar los nuevos retos. Y aquí es donde es necesario trabajar en un pacto de estado de visión estratégica que incorpore los últimos avances en materia de formación y una participación público privada en línea con las recomendaciones de la Unión Europea.

En cuanto a los jóvenes que acceden por vez primera al mercado laboral, para ellos la Formación profesional dual aparece como una solución, que permitirá una transición rápida y eficiente a los

puestos que ofertan las empresas, que se podrán beneficiar de la creación de canteras de profesionales formados de acuerdo con las necesidades de cualificación de los puestos que ofertan. La Formación profesional dual, que combina el aprendizaje teórico y práctico, para obtener una cualificación, es un medio necesario que merece la máxima atención por parte de los poderes públicos así como una reorganización de su estructura y procesos.

Por último, y teniendo en cuenta el riesgo de automatización en perspectiva comparada a nivel europeo, con datos de la séptima ola de la Encuesta Social Europea, la última publicada hasta el momento, las diferencias entre países reflejan la composición de la ocupación: valores altos implican que un país tiene una proporción importante de trabajadores en ocupaciones con alto riesgo de automatización y viceversa.

El estudio muestra la proporción de tareas que actualmente son realizadas por trabajadores que podrían ser realizadas por máquinas a medida que avanza la tecnología en los siguientes 20 años para distintos países europeos.

Teniendo en cuenta que todos los riesgos se sitúan entre 0,48 y 0,58 (en un rango entre 0 y 1), se observa que existe relativamente poca variación entre países. Alrededor de la mitad de tareas realizadas hoy por humanos serán realizadas por máquinas en unos años según estas proyecciones. España presenta niveles relativamente elevados de riesgo, mientras que los países escandinavos o Suiza son los que tienen trabajadores en ocupaciones en menor riesgo de automatización (color más claro). Esto refleja en buena medida la elevada inversión en capital humano y formación realizada en estos países y la cualificación incorporada a las tareas.

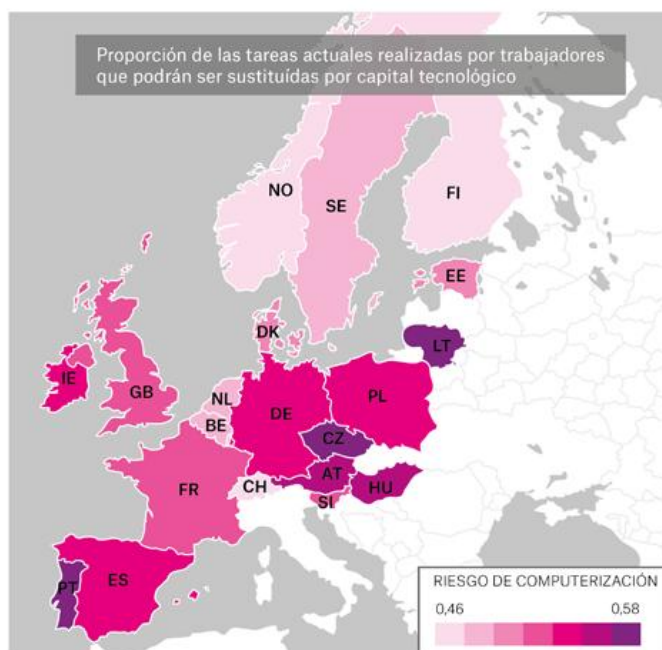
Como conclusión, la aplicación del indicador de riesgo de automatización, propuesta por Frey y Osborne, junto con datos de la Encuesta Social Europea, al análisis de las características socio-económicas de los trabajadores en mayor riesgo de automatización en España, permite obtener resultados destacados con relación a la Formación Profesional.

Los trabajadores españoles presentan unos valores de riesgo ligeramente más elevados que los de otros países y éstos afectan sobre todo a los trabajadores que ocupan empleos intermedios, que tienen niveles menores de educación y a los desempleados. El riesgo de automatización afecta casi por igual a hombres y a mujeres, pero destaca la gran diferencia por nivel educativo.

A la vista de lo expuesto, ¿existe algún instrumento para prepararse ante el reto tecnológico y orientar la formación y la cualificación para mitigar los efectos disruptivos sobre el empleo y al mismo tiempo aprovechar los nuevos espacios que se abran por las tecnologías para crear nuevos puestos de trabajo?

La respuesta es afirmativa. Y lleva con nosotros desde 2003 cuando vio la luz por primera vez. Se trata del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales que sirve de referencia a la Formación profesional en España para su integración y aproximación a las demandas del tejido productivo. Como expondré a continuación, explotar el Catálogo para afrontar el reto disruptivo no sólo es posible, sino que es necesario y recomendable.

Gráfico 1. **Riesgo de computerización por país en Europa**



Fuente: Encuesta Social Europea, 2014.

III. El Catálogo de cualificaciones profesionales y el riesgo de automatización

Como ya he señalado, el indicador de riesgo de automatización permite concluir que no todas las ocupaciones y empleos se van a ver afectadas por igual por los intensos cambios disruptivos asociados a la cuarta revolución industrial. Es necesario, en tales condiciones, avanzar en una metodología que permita identificar las tareas que, con una mayor probabilidad, serán automatizadas por las tecnologías y así establecer las previsiones oportunas para los procesos de cualificación y formación.

Esta metodología centrada en el análisis del impacto tecnológico sobre las tareas de las distintas ocupaciones es muy interesante cuando se dispone, como ocurre en el caso de la Formación Profesional en España, de un Catálogo de cualificaciones profesionales que recoge para 26 familias profesionales, las cualificaciones que tienen relevancia en el mercado laboral, ordenadas por nivel de competencia.

Gracias a esta construcción, en la que cada cualificación profesional se describe en términos de unidades de competencia, realizaciones profesionales (el equivalente a las tareas) y criterios de realización (de esas tareas, para la evaluación del desempeño), el estudio de la probabilidad de que las tareas que se desempeñan contemplen la sustitución de trabajo humano por máquinas, resulta operativa. Al menos, ya no será necesario pensar en las tareas sino en comprobar en qué medida el impacto tecnológico afecta los estándares recogidos en las cualificaciones del Catálogo.

De ese modo, el Catálogo de cualificaciones profesionales aparece como un instrumento fundamental para determinar, en el ámbito de la Formación Profesional, los riesgos de automatización de las tareas relativas a los empleos. Una aplicación más del Catálogo que muestra así su naturaleza de eje central para las políticas activas de empleo en España, y no sólo un instrumento para la integración de las ofertas de formación profesional, que ya de por sí es un resultado de alcance, pero que pertenece, como señalaba al principio de esta exposición, al pasado de la Formación Profesional. Y ahora toca hablar del presente y futuro.

Un sencillo ejemplo puede orientar el proceso a seguir.

En la cualificación profesional “Asistencia a la investigación de mercados”, de Nivel 3, perteneciente a la Familia profesional Comercio y Marketing, hay 4 Unidades de competencia.

Pensemos, primero, en la Unidad de Competencia 2: Organizar y controlar la actividad de los encuestadores, de Nivel: 3. Esta UC está integrada por 7 Realizaciones profesionales, RP (el equivalente a las tareas que determinan la actividad). Este sería el objetivo del análisis del impacto de las tecnologías disruptivas a realizar por expertos.

La metodología propuesta consistiría en ir estableciendo un indicador de riesgo de automatización en cada una de las RP de la UC.

Así, la RP1 denominada, “Seleccionar al personal de campo y encuestadores, de acuerdo a las características y cualidades necesarias, para la realización eficaz de la investigación de mercados” podría estar condicionada por la incorporación de los algoritmos de selección de personal que algunas empresas ya poseen¹, de modo que esta tarea podría obtener un índice cercano a 0, digamos 0,1.

La siguiente RP2, “Organizar el plan de trabajo de los encuestadores/ entrevistadores, estableciendo pautas y medios necesarios para su realización según el medio y forma de recogida de la información” es más complicada de automatizar, por cuanto incorpora competencias de planificación y gestión de naturaleza directiva, si bien, el apoyo digital será necesario en muchos casos para realizar la tarea. En tal caso el índice podría ser 0,7, por ejemplo, por su conservación de trabajo humano.

La RP3 “Determinar y organizar los planes de formación y perfeccionamiento del equipo de encuestadores, de acuerdo con las necesidades planteadas y las especificaciones recibidas para mejorar su capacitación, eficacia y eficiencia” parece igualmente complicada de automatizar por el mismo motivo, y obtendría un índice de 0,7. Posiblemente el profesional tenga que estar al día de

¹ El aprendizaje automático (*machine learning*) no deja de conquistar nuevos territorios. El área de los recursos humanos, al que últimamente se prefiere llamar *gestión de personas*, no es ajeno a esta tendencia. Algunas compañías ya están empleando la última tecnología en mejorar sus herramientas. Es el caso de la firma californiana Cornerstone OnDemand, fundada en 1999 y especializada en aplicaciones de *cloud computing* para la gestión humana. Más de 33,5 millones de trabajadores de todo el mundo usan sus soluciones, la mayoría de ellos dentro de empresas de 500 o más trabajadores.

los programas de formación basados en machine learning, lo que exigirá su actualización en los programas formativos, pero la tarea seguirá teniendo un alto componente de trabajo humano.

La siguiente RP4 “Liderar el equipo de encuestadores/entrevistadores facilitando su implicación y motivación para favorecer el cumplimiento del plan de investigación e instrucciones de trabajo” parece una tarea absolutamente imposible de digitalizar, al menos a corto y medio plazo, salvo que robots dotados de inteligencia artificial superior puedan asumir este tipo de funciones. En todo caso, el índice podría ser 0,8 muy cerca del valor 1.

La siguiente RP5 “Controlar la recogida de datos, revisando regularmente el cumplimiento de cuotas y el contenido de los cuestionarios para asegurar la calidad del proceso” parece susceptible de automatización por procedimientos de escaneo específicos que ya se encuentran en el mercado. El índice bajaría a 0,1. Los profesionales deberían acceder a la formación que se necesite en su caso.

La RP6 “Resolver los imprevistos y situaciones que surjan durante el trabajo de campo, supervisando y controlando la actividad de los encuestadores y aplicando técnicas de resolución de conflictos cuando se generen” es una tarea humana difícil de digitalizar, tendría un índice de 0,8.

Finalmente, la RP7 “Elaborar un informe, por zona o grupo, del trabajo de campo realizado contrastando la información proporcionada por los encuestadores para su posterior análisis y evaluar el desempeño de los miembros del equipo de trabajo de campo”, tiene un componente de automatización importante, al que habrá prestar atención en el módulo formativo, pero de entrada parece una actividad humana, el índice podría ser 0,5.

La media de los índices de las 7 RP de la UC, 0,57, permite obtener una medida de la automatización para el conjunto de la RP, que se podría ir arrastrando hacia arriba a la UC de la cualificación correspondiente.

El trabajo para el conjunto de la cualificación profesional supondría realizar 19 análisis para la totalidad de las RP de las 4 UC de la cualificación, obteniéndose los índices de automatización de cada una de ellas y del conjunto de la UC.

Una vez realizada esta tarea, los módulos formativos y sus Capacidades se tendrían que adaptar para incorporar el impacto de las tecnologías sobre los contenidos. Un proceso que debería estar continuamente actualizado y descentralizado por familias profesionales y expertos tecnológicos.

De ese modo, se puede observar que por medio del Catálogo de cualificaciones profesionales es posible determinar con bastante exactitud cómo el tipo de tareas que se llevan a cabo en una determinada ocupación en términos de realizaciones profesionales, puede variar no sólo entre distintos sectores e industrias, sino también países.

En esta primera fase del trabajo no es necesario identificar las tareas, todo lo más, intuir aquellas que son nuevas y que la cualificación debe incluir, lo que facilitará su proceso de actualización. Las realizaciones profesionales de las unidades de competencia, como descriptores de “tareas”, son un referente fundamental para el análisis.

Y el impacto de las tecnologías disruptivas se puede estimar de forma mucho más amplia y lo que es más importante, de forma continua en el tiempo por equipos de expertos pertenecientes a las 26 familias profesionales del Catálogo.

Por otra parte, los resultados que se contrastan con los criterios de realización profesional no se deben interpretar como un porcentaje tentativo de empleos que con cierta probabilidad se destruirán por las nuevas tecnologías, sino como la probabilidad de que una ocupación pueda ser automatizada en función de las tareas que se desarrollan en esa ocupación.

Si este trabajo se realiza de forma continua en el tiempo y se dirige por el Instituto Nacional de Cualificaciones, con la colaboración de los institutos de las Comunidades autónomas, será posible identificar las fuentes de cambio disruptivo sobre las tareas y el impacto que tienen sobre las ocupaciones asociadas a las cualificaciones profesionales. No se trata de un proceso de actualización de competencias o de detección de las nuevas, que de forma regular se debe realizar por el Instituto, sino de adaptación de las existentes o su eventual sustitución por otras, como consecuencia de las tecnologías disruptivas.

IV. Conclusiones

Quiero finalizar mi intervención volviendo sobre los resultados de los estudios realizados sobre la temática, que señalan que aproximadamente el 30% de las tareas realizadas actualmente por personas con educación universitaria están en riesgo de automatización, pero este porcentaje aumenta hasta el 70% para quienes tienen educación primaria. Sabemos por tanto dónde hay que concentrar los esfuerzos de formación y actualización de cualificaciones.

También se destacan las diferencias por nivel de ingresos: las profesiones mejor pagadas en la actualidad son las más protegidas frente al riesgo de ser realizadas por máquinas. Un aspecto a tener en cuenta por los gobiernos a la hora de diseñar sus políticas fiscales y salariales porque la innovación disruptiva no se encuentra directamente relacionada con los costes de la mano de obra.

Con respecto a la situación laboral, las personas que están en desempleo o los más jóvenes están en una posición más vulnerable que aquellas que actualmente están trabajando, y para ello se deben actualizar los contenidos de la formación para el empleo y potenciar la formación profesional dual.

El estudio se podría complementar con las percepciones del riesgo de automatización entre la población, las opiniones sobre la tecnología y el apoyo a políticas diseñadas para compensar a los trabajadores que puedan verse desplazados.

Sin una bola de cristal para predecir el futuro, y tampoco se trata de ello, no es fácil determinar cuál va a ser el resultado de las tecnologías disruptivas sobre el empleo en los próximos 20 años, pero sí que se pueden obtener algunas de las características principales que va a tener, al menos en las sociedades avanzadas.

En primer lugar, será un empleo menos rutinario y estandarizado.

La distinción clásica entre sectores industriales y no industriales desaparece y en su lugar, aparecerá una nueva entre sectores de tareas rutinarias y de no rutinarias. Las primeras serán fáciles de automatizar, con independencia de las cualificaciones. Las segundas, exigirán innovación y deberán orientarse a la interacción individual. El fenómeno de la deslocalización de tareas rutinarias a países menos desarrollados y de más bajos costes para ganar competitividad desaparecerá y en su lugar, se producirá el paso de estas tareas a robots y máquinas, sin traslado de las plantas. Esta tendencia se acelerará en los próximos años.

En segundo lugar, el empleo se fragmentará.

La economía colaborativa y la irrupción de las plataformas digitales afectarán al mercado laboral. De hecho, ya lo están haciendo, con la aparición de más empresarios individuales y empleos bajo demanda. La fuerza laboral autónoma aumentará de forma muy destacada en todos los países. Cabify, Uber, Airbnb or Up work, plataformas que aún están en la infancia, permitirán obtener ingresos crecientes de actividades no laborales a muchas familias, y surgirá el debate de la protección social y la calidad del empleo. Pero nada las podrá detener.

De acuerdo con un estudio de McKinsey la economía de las plataformas aumentará la producción global en un 3% para 2025, gracias a una mayor ocupación, 47 millones de empleos a tiempo completo y más productividad para atender mercados de 550 millones de personas.

En tercero, el empleo estará sometido a continuos cambios.

La interacción de los trabajadores con las máquinas y la apertura de mente a la innovación tecnológica serán los determinantes de la demanda de empleo en el futuro próximo.

Será necesaria mayor flexibilidad y cualificación en los empleos para hacer frente a los rápidos cambios técnicos y la innovación continua.

Como ya he señalado, en muchos puestos de trabajo, las tareas y los roles estarán cambiando de forma continuada y resulta muy difícil pensar que la mayoría de los empleos no se verán sometidos a este vaivén. Estos nuevos empleos van a exigir a los trabajadores, además, capacidad para reinventarse a sí mismos.

De todo lo expuesto, una conclusión parece evidente: la Formación Profesional aparece como el instrumento fundamental para hacer frente a los requerimientos de cualificación, flexibilidad y adaptación al cambio asociados a los nuevos empleos que traen las tecnologías disruptivas, así como para recualificar a quienes pierden sus puestos en el proceso, dotándolos de nuevas habilidades y competencias.

El trabajo prospectivo a realizar en España se puede ver estimulado por la disponibilidad de un Catálogo nacional de cualificaciones profesionales, que se presenta como una referencia fundamental para acometer estos cambios, aprovechando el ingente trabajo realizado para su construcción, y sentando las bases de flexibilidad y adaptación a las demandas de cualificación que serán necesarios para tener éxito.

Hay alguna posibilidad de avanzar rápido en el análisis a realizar del impacto de las nuevas tecnologías sobre el empleo. Parece que sí. Los expertos destacan que los trabajos creativos que requieren el uso de habilidades cognitivas para producir bienes o servicios, que no pueden ser automatizados plenamente y muchos de ellos quedarán al margen del impacto de la cuarta revolución industrial. Es más, algunos expertos sostienen que el mayor volumen de creación de empleos en los próximos 15 o 20 años vendrá de estos trabajos creativos para los que será necesario cualificar y dotar de competencias a los trabajadores, de forma muy extensa.

La razón es obvia. Tan sólo un 24% de los trabajos en España se pueden calificar como creativos en sentido amplio. En su informe sobre el futuro del empleo en la Unión Europea, España figura con un total de 840.000 empleos creativos (bajo riesgo de automatización) de una población laboral de 18 millones de trabajadores. Se trata de empleos muy variados, como artistas, músicos, diseñadores, programadores, arquitectos, relaciones públicas, profesionales que prestan sus servicios no sólo en las industrias creativas, sino en casi todos los sectores de la economía". Estos profesionales se ven muy poco afectados por el riesgo de automatización, el 87% presentan bajo o nulo riesgo de automatización, frente al 40% de los empleos en general.

La educación y la formación tienen un gran reto por delante. Los profundos cambios que se necesitan deben ir orientados a hacerla más multidisciplinar y en la planificación, con la creación de clusters de innovación en las ciudades para extender la creatividad y el trabajo creativo. Las grandes empresas pueden diversificar riesgos y ofrecer carreras tradicionales a este tipo de trabajadores, pero gran parte de la actividad se está yendo hacia las pequeñas empresas o hacia el universo freelance.

Los trabajos que requieren creatividad, inteligencia social y un alto nivel de complejidad o destreza en sus tareas no corren gran peligro de automatización, según destacan los expertos. En algunas profesiones, la automatización forzará grandes cambios, pero no tiene por qué suponer la destrucción masiva de empleos.

Entonces, la gran pregunta es: ¿Hasta dónde llegarán las máquinas? No cabe duda que estamos ante una alta probabilidad de que el espacio reservado a las habilidades humanas continúe encogiéndose aún más. Si esta visión fructifica, por futurista que pueda parecer, existirá el riesgo de un desempleo o un subempleo masivo, y un ensanchamiento de la "brecha" de salarios, entre los que ocupan posiciones altamente especializadas, que son los menos afectados por el impacto de las tecnologías, y el resto de la población.

El Catálogo de cualificaciones profesionales puede ayudar, y mucho, a entender la compleja red que tenemos por delante. Pongámonos a trabajar.

Referencias

Autor, D.H. (2015): «Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation», *The Journal of Economic Perspectives*, 29(3).

Brynjolfsson, E., y A. McAfee (2014): *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of*

brilliant technologies, Nueva York: W.W. Norton.

[European Social Survey Round 7 \(2014\)](#), Edition 2.1

Frey, C.B., y M.A. Osborne (2013): «The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?», *Technological Forecasting and Social Change*, 114.

Gallego, Aina (2017) Ocupaciones en transformación, ¿a quién afectará el cambio tecnológico?, Observatorio social La Caixa <https://observatoriosociallacaixa.org/-/ocupaciones-en-transformacion-a-quien-afectara-el-cambio-tecnologico>

Morrón Salmerón, Adrián (2016) ¿Llegará la cuarta revolución industrial a España? Caixa Bank Research <http://www.caixabankresearch.com/llegara-la-cuarta-revolucion-industrial-a-espana-d3>

Restrepo, P. (2015): «[Skill mismatch and structural unemployment](#)», Massachusetts Institute of Technology.

<http://blog.vkmc.es/2017/08/el-futuro-del-empleo-entendemos-el.html>

<http://www.blogdetransformaciondigital.es/nuevas-competencias-era-digital/>

https://elpais.com/tecnologia/2017/11/28/actualidad/1511866764_933798.amp.html?id_externo_rsc=TW_CC&twitter_impression=true